



# Инновации в АПК: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



№4 (24) 2019

# **Инновации в АПК: проблемы и перспективы**

**Теоретический и научно-практический журнал  
Учредитель Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Белгородский государственный  
аграрный университет имени В.Я. Горина»  
Официальный сайт: <http://www.bsaa.edu.ru>**

*В журнале публикуются результаты фундаментальных и прикладных исследований,  
обсуждаются теоретические, методологические и прикладные проблемы агропромыш-  
ленного комплекса России и зарубежья, предлагаются пути их решения*

**Издаётся с 2013 года**

**Выходит один раз в квартал**

**Выпуск 4 (24)  
2019 г.**

**п. Майский  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ  
2019**

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

### Главный редактор

**Турьянский А.В.**, д. э. н., профессор

### Заместители главного редактора

**Дорофеев А.Ф.**, д. э. н., доцент

### Члены редакционной коллегии:

**Азаров В.Б.**, д. с.-х. н., профессор;

**Андрианов Е.А.**, д. с.-х. н., профессор;

**Аничин В.Л.**, д. э. н., профессор;

**Афоничев Д.Н.**, д. тех. н., профессор;

**Бабинцев В.П.**, д. фил. н., профессор;

**Вендин С.В.**, д. тех. н., профессор;

**Груздова Л.Н.**, к. э. н., доцент;

**Гурин А.Г.**, д. с.-х. н., профессор;

**Демидова А.Г.**, к. с.-х. н., доцент;

**Запорожцева Л.А.**, д. э. н., профессор;

**Колесников А.С.**, к. тех. н., доцент;

**Коломейченко А.В.**, д. тех. н., профессор;

**Котлярова Е.Г.**, д. с.-х. н., профессор;

**Коцарева Н.В.**, д. с.-х. н., доцент;

**Лебедев А.Т.**, д. тех. н., профессор;

**Лицуков С.Д.**, д. с.-х. н., профессор;

**Ломазов В.А.**, д. физ.-мат. н., профессор;

**Меделяева З.П.**, д. э. н., профессор;

**Муравьев А.А.**, к. с.-х. н., доцент;

**Мязин Н.Г.**, д. с.-х. н., профессор;

**Наседкина Т.И.**, д. э. н., профессор;

**Наумкин В.Н.**, д. с.-х. н., профессор;

**Пастухов А.Г.**, д. тех. н., профессор;

**Поливаев О.И.**, д. тех. н., профессор;

**Растопчина Ю.Л.**, к. э. н., доцент;

**Саенко Ю.В.**, д. тех. н., доцент;

**Сидоренко О.В.**, д. э. н., доцент;

**Скuryтин Н.Ф.**, д. тех. н., профессор;

**Смуров С.И.**, к. с.-х. н.;

**Столяров О.В.**, д. с.-х. н., профессор;

**Ступаков А.Г.**, д. с.-х. н., профессор;

**Токарь Е.В.**, д.э.н., профессор

## НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

**Турьянский А.В.**, д. э. н., профессор (Россия) – председатель;

**Дорофеев А.Ф.**, д. э. н., доцент (Россия) – зам. председателя.

### Члены научно-редакционного совета:

**Бондаренко Л.В.**, д. э. н., профессор, член-корреспондент РАН (Россия);

**Вереновска А.**, PhD э. н. (Польша);

**Ерохин М.Н.**, д. т. н., профессор, академик РАН (Россия);

**Колесников А.В.**, д. э. н., доцент (Россия);

**Леммер А.Дж.**, д. с.-х. н. (Германия);

**Простенко А.Н.**, к. э. н. (Россия);

**Савченко Е.С.**, д. э. н., профессор, член-корреспондент РАН (Россия);

**Турусов В.И.**, д. с.-х. н., профессор, академик РАН (Россия);

**Ужик В.Ф.**, д. т. н. профессор (Россия)

**Ушачев И.Г.**, д. э. н., профессор, академик РАН (Россия);

**Яска Е.**, PhD э. н. (Польша).

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС 77-63038 от 10 сентября 2015 г.  
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий  
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

ISSN – 2311 – 9535

**Подписной индекс** в каталоге «Объединенный каталог. Пресса России.  
Газеты и журналы» – **40760**.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (**РИНЦ**).

Материалы издания выборочно включаются в реферативную базу данных **Agris**.

Распоряжением Минобрнауки России № 21-р от 12.02.2019 г. в **Перечень ведущих рецензи-  
руемых научных журналов**, в которых должны быть опубликованы основные научные ре-  
зультаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук включены  
следующие научные специальности, представленные в журнале:

**05.20.01** – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки),

**05.20.02** – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические  
науки),

**05.20.03** – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (техни-  
ческие науки),

**06.01.01** – Общее земледелие, растениеводство (сельскохозяйственные науки),

**06.01.04** – Агрохимия (сельскохозяйственные науки),

**08.00.05** – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельно-  
сти) (экономические науки),

**08.00.10** – Финансы, денежное обращение и кредит (экономические науки),

**08.00.12** – Бухгалтерский учет, статистика (экономические науки)

Технический редактор **Потапов Н.К.**

Дизайн-макет и компьютерная вёрстка **Потапов Н.К.**

#### **Адрес редакции и издателя журнала**

308503, ул. Вавилова, 1, п. Майский, Белгородский р-н, Белгородская обл., Россия

Тел.: +7-4722-39-22-68, Факс: +7-4722-39-22-62

Официальный сайт журнала: <http://www.journal-belgau.ru>

Отпечатано в ООО Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА»

Подписано в печать 17.12.2019 г., дата выхода в свет – 10.01.2020 г.

Усл. п.л. 36,88. Тираж 1000 экз. Заказ № 1650. Свободная цена.

Адрес типографии: г. Белгород, пр. Б. Хмельницкого, 137, корпус 1, офис 357

Тел. +7-4722-35-88-99; +7-910-360-14-99

e-mail: [polyterra@mail.ru](mailto:polyterra@mail.ru), официальный сайт: <http://www.polyterra.ru>

© Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Белгородский государственный  
аграрный университет имени В.Я. Горина», 2019.

# **Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives**

**Theoretical, research and practice journal**

**Founder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
“Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin”**

**Official website: <http://www.bsaa.edu.ru>**

*The journal publishes the results of fundamental and applied research,  
discusses the theoretical, methodological and applied problems of the agro-industrial complex  
of Russia and abroad, suggests ways to solve them*

**Published since 2013**

**Issued once per quarter**

**Release 4 (24)  
2019**

**Maysky  
FSBEI HE Belgorod SAU  
2019**

## **EDITORIAL STAFF**

### **Editor in Chief**

**Tur'ianskii A.V.**, Dr. Econ. Sci., professor

### **Deputy editors**

**Dorofeev A.F.**, Dr. Econ. Sci., associate professor

### **Members of Editorial Staff**

**Azarov V.B.**, Dr. Agr. Sci., professor;  
**Andrianov E.A.**, Dr. Agr. Sci., professor;  
**Anichin V.L.**, Dr. Econ. Sci., professor;  
**Afonichev D.N.**, Dr. Tech. Sci., professor;  
**Babintsev V.P.**, Dr. Phil. Sci., professor;  
**Vendin S.V.**, Dr. Tech. Sci., professor;  
**Gruzdova L.N.**, Cand. Econ. Sci., as. prof.;  
**Gurin A.G.**, Dr. Agr. Sci., professor;  
**Demidova A.G.**, Cand. Agr. Sci., as. prof.;  
**Zaporozhtseva L.A.**, Dr. Econ. Sci., professor;  
**Kolesnikov A.S.**, Cand. Tech. Sci., as. prof.;  
**Kolomeichenko A.V.**, Dr. Tech. Sci., professor;  
**Kotliarova E.G.**, Dr. Agr. Sci., professor;  
**Kotsareva N.V.**, Dr. Agr. Sci., as. prof.;  
**Lebedev A.T.**, Dr. Tech. Sci., professor;  
**Litsukov S.D.**, Dr. Agr. Sci., professor;

**Lomazov V.A.**, Dr. Phys.-math. Sci., prof.;  
**Medeliyeva Z.P.**, Dr. Econ. Sci., professor;  
**Muravyov A.A.**, Cand. Agri. Sci., as. prof.;  
**Myazin N.G.**, Dr. Agr. Sci., professor;  
**Nasedkina T.I.**, Dr. Econ. Sci., professor;  
**Naumkin V.N.**, Dr. Agr. Sci., professor;  
**Pastukhov A.G.**, Dr. Tech. Sci., professor;  
**Polivaev O.I.**, Dr. Tech. Sci., professor;  
**Rastopchina Y.L.**, Cand. Econ. Sci., as. prof.;  
**Saenko Yu.V.**, Dr. Tech. Sci., professor;  
**Sidorenko O.V.**, Dr. Econ. Sci., as. prof.;  
**Skuriatin N.F.**, Dr. Tech. Sci., professor;  
**Smurov S.I.**, Cand. Agr. Sci.;  
**Siolyarov O.V.**, Dr. Agr. Sci., professor;  
**Stupakov A.G.**, Dr. Agr. Sci., professor;  
**Tokar E.V.**, Dr. Econ. Sci., professor

## **EDITORIAL BOARD**

**Tur'ianskii A.V.**, Dr. Econ. Sci., professor (Russia) – **Chairman**;  
**Dorofeev A.F.**, Dr. Econ. Sci., associate professor (Russia) – **Vice-Chairman**.

### **Members of Editorial Board:**

**Bondarenko L.V.**, Dr. Econ. Sci., professor, Correspondent Member of RAS (Russia);  
**Werenowska A.**, PhD in economics (Poland);  
**Erokhin M.N.**, Dr. Tech. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);  
**Kolesnikov A.V.**, Dr. Econ. Sci., associate professor (Russia);  
**Lemmer A.J.**, Dr. Agr. Sci. (Germany);  
**Prostenko A.N.**, Cand. Econ. Sci. (Russia);  
**Savchenko E.S.**, Dr. Econ. Sci., professor, Correspondent Member of RAS (Russia);  
**Turusov V.I.**, Dr. Agr. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);  
**Uzhik V.F.**, Dr. Tech. Sci., professor (Russia);  
**Ushachev I.G.**, Dr. Econ. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);  
**Jaska E.**, PhD in economics (Poland).

Registration Certificate: ПИ № ФС 77-63038 of 10 September 2015  
issued by the Federal service for supervision in the sphere of Telecom,  
information technologies and mass communication (Roscomnadzor)

ISSN – 2311 – 9535

**Subscription Index** in the directory “The United catalogue. The Russian Press.  
Newspapers and magazines” – 40760.

The journal is included in the Russian Index of Scientific Citing (**RISC**).

Scientific papers are selectively included in **Agris** abstract database.

By order of the Ministry of Education and Science of Russia № 21-p dated February 12, 2019, the list of leading reviewed scientific journals in which the main scientific results of dissertations for the doctoral degrees of doctor and candidate of science should be published includes the following scientific specialties presented in the journal:

- 05.20.01** - Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences),
- 05.20.02** - Electrotechnologies and electrical equipment in agriculture (technical sciences),
- 05.20.03** - Technologies and means of technical maintenance in agriculture (technical sciences),
  
- 01.06.01** - General agriculture, crop production (agricultural sciences),
- 01.06.04** - Agrochemistry (agricultural sciences),
  
- 08.00.05** - Economics and management of the national economy (by branches and fields of activity) (economic sciences),
- 08.00.10** - Finance, money circulation and credit (economic sciences),
- 08.00.12** - Accounting, Statistics (Economic Sciences)

Technical editor **Potapov N.K.**

Design layout and computer-aided makeup **Potapov N.K.**

**Editorial board and journal publisher**

ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia

Tel.: +7 4722 39-22-68, Fax: +7 4722 39-22-62

Official website of the journal: <http://www.journal-belgau.ru>

Printed in (Limited liability company) Publication and printing center  
“POLYTERRA” Signed for publication 17.12.2019, date of publication 10.01.2020.  
Conventional printed sheet 36,88. Circulation 1000 copies Order 1650. № Free price  
Address of printing: pr. B. Khmel'nitskogo, 137, site 1, room 357, Belgorod, Russia  
tel. +7-4722-35-88-99, +7-910-360-14-99  
e mail: [polyterra@mail.ru](mailto:polyterra@mail.ru), Official website: [www//polyterra.ru](http://polyterra.ru)

© Federal State Budgetary Educational Institution  
of Higher Education «Belgorod State Agricultural  
University named after V. Gorin», 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

### АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

<b>С.В. Вендин, С.В. Соловьёв, С.В. Килин, А.О. Яковлев</b> АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИТРОСОВОЙ МОЛНИЕЗАЩИТЫ НА ПОДСТАНЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	11
<b>С.В. Вендин, Ю.Н. Ульянцев</b> АНАЛИЗ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ.....	30
<b>С.Ф. Вольвак</b> К ВЫБОРУ КОНСТРУКЦИИ ГРАНУЛЯТОРА КОМБИКОРМОВ ДЛЯ КРОЛИКОВ.....	36
<b>В.В. Воронин, А.В. Акименко, И.В. Коношин, О.А. Чехунов, Н.А. Воронина</b> ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИГЛООБРАЗНЫХ РАБОЧИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ДРОБИЛКАХ РЕШЕТНОГО И БЕЗРЕШЕТНОГО ТИПА.....	44
<b>Е.А. Мартынов, О.А. Чехунов, А.В. Асыка</b> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ ДОЕНИЯ КОРОВ.....	52
<b>Р.А. Нотов, А.Т. Лебедев, Р.Р. Искендеров</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИСКОВЫХ СОШНИКОВ ЗЕРНОВЫХ СЕЯЛОК ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕМЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ.....	64
<b>А.А. Серёгин, А.Г. Пастухов, Н.А. Глечикова</b> ФУНКЦИОНАЛЬНО-КОНСТРУКТИВНОЕ РЕЗЕРВИРОВАНИЕ ОПОР КАЧЕНИЯ С КОНИЧЕСКИМИ РОЛИКОПОДШИПНИКАМИ.....	71
<b>С.Н. Толстопятов, Е.В. Голованова</b> О ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРОЛЯ ОДНООСНОГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН МЕТОДОМ ЗАТУХАНИЯ УЛЬТРАЗВУКА.....	81
<b>В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаёва, А.И. Тетерядченко</b> К ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ МОЛОКОЛОВУШКИ ПЕРЕНОСНОГО МАНИПУЛЯТОРА ДОЕНИЯ КОРОВ С ПОЧЕТВЕРТНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ РЕЖИМОМ ДОЕНИЯ.....	89
<b>М.М. Юрков</b> ЗАЩИТА ОПЕРАТОРА МОБИЛЬНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО АГРЕГАТА ОТ НИЗКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ.....	109

### ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

<b>И.Г. Ушацев</b> ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АПК РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	113
<b>О.И. Золотарёва</b> К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ БУХГАЛТЕРСКОГО И НАЛОГОВОГО УЧЁТА В СУБЪЕКТАХ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА.....	122
<b>Р.В. Капинос, О.С. Акупиян</b> ИННОВАЦИОННЫЕ КЛАСТЕРЫ НЕКОММЕРЧЕСКИХ АГРАРНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ.....	130
<b>А.В. Котарев, А.О. Котарева, Р.И. Ибрагимов</b> ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛЕВОЙ СФЕРЫ АПК РФ.....	140
<b>Т.И. Наседкина, Л.Н. Груздова</b> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ.....	150
<b>А.И. Черных, О.В. Гончаренко</b> ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ АГРАРНЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ФОРМИРОВАНИЙ НА ОСНОВЕ SWOT-АНАЛИЗА.....	158
<b>Н.Ю. Яковенко, Г.И. Худобина</b> ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ТРУДА ПЕРСОНАЛА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	172



## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

<b>А.В. Акинчин, С.А. Линков, А.Ф. Самойлова</b> ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ ПОДКОРМОК НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ.....	186
<b>Н.И. Богомолова, З.Е. Ожерельева, С.В. Резвякова, М.В. Лупин</b> ЖАРОСТОЙКОСТЬ И ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ МАЛИНЫ КРАСНОЙ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ).....	192
<b>Л.Н. Кузнецова, С.А. Линков, И.В. Кулишова</b> МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ БЕЛЛАДОННЫ.....	202
<b>С.А. Линков, А.В. Ширяев, А.В. Акинчин, Л.Н. Кузнецова</b> ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ.....	211
<b>В.А. Лукьянов, С.Ю. Горбунова, А.И. Стифеев</b> РОСТ И РАЗВИТИЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ СРЕДЫ ОТ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ.....	219
<b>Т.С. Морозова, Е.Ю. Колесниченко</b> АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМАТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА НАКОПЛЕНИЕ КАДМИЯ И СВИНЦА В ЧЕРНОЗЕМЕ ТИПИЧНОМ.....	226
<b>Т.В. Олива, Л.А. Манохина, Е.А. Кузьмина, Е.Н.Проскура</b> ЛИСТОВОЙ САЛАТ СОРТА АФИЦИОН В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ.....	235
<b>С.В. Резвякова, А.Г. Гурин</b> ВЛИЯНИЕ ИММУНОМОДУЛЯТОРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ТЕМПЕРАТУРНЫМ ФАКТОРАМ САЖЕНЦЕВ ЯБЛОНИ И ГРУШИ В ПИТОМНИКЕ.....	244
<b>А.А. Рядинская</b> ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ХРАНЕНИЯ НА СОХРАННОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ.....	249
<b>Н.А. Сидельникова, В.В. Смирнова</b> РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЧЕСНОКА.....	253
<b>В.В. Смирнова, Н.А. Сидельникова</b> РЕЖИМ ХРАНЕНИЯ ЧЕСНОКА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	262
<b>С.И. Смуров, О.В. Григоров, С.С. Кульков</b> ДИНАМИКА ГУМУСА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЖНИВНОЙ СИДЕРАЦИИ В ЗЕРНОВОМ И СИДЕРАЛЬНОМ СЕВООБОРОТАХ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА ЦЧР.....	266
<b>А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова Н.В. Ширяева</b> ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ.....	276
<b>Н.В. Ширяева, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова, А.Г. Ступаков, А.О. Симашева, К.К. Хакимова</b> СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РАЗНЫМ ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ.....	283
<b>Нашим авторам</b> .....	290

## CONTENTS

### AGRICULTURAL ENGINEERING AND ENERGY EFFICIENCY

<i>S.V. Vendin, S.V. Solovev, S.V. Kilin, A.O. Iakovlev</i> ANALYSIS OF THE APPLICATION OF MULTITROSE LIGHTING PROTECTION AT SUBSTATIONS USING THE SOFTWARE.....	11
<i>S.V. Vendin, Yu.N. Ulyantsev</i> ANALYSIS OF PROPERTIES OF HEAT-INSULATING MATERIALS FOR CONDITIONS OF UNSTEADY HEAT TRANSFER.....	30
<i>S.F. Volvak</i> TO THE CHOICE OF A DESIGN OF THE GRANULATOR OF MIXED FODDER FOR RABBITS.....	36
<i>V.V. Voronin, A.V. Akimenko, I.V. Konoshin, O.A. Chekhunov, N.A. Voronina</i> THEORETICAL AND EXPERIMENTAL SUBSTANTIATION OF EFFICIENCY OF APPLICATION OF NEEDLE-SHAPED WORKING ELEMENTS IN CRUSHERS OF THE SIEVE AND SIEVE-FREE TYPE.....	44
<i>E.A. Martynov, O.A. Chekhov, A.V. Asyka</i> EXPERIMENTAL STUDIES OF OPERABILITY OF MANIPULATOR FOR MILKING COWS.....	52
<i>R.A. Notov, A.T. Lebedev, R.R. Iskenderov</i> IMPROVEMENTS OF DISK SEEDERS COULTERS FOR WORKING ON SOILS WITH VARIABLE MOISTURE.....	64
<i>A.A. Seregin, N.G. Pastukhov, N.A. Glechikova</i> FUNCTIONAL AND STRUCTURAL REDUNDANCY ROLLING SUPPORTS WITH CONICAL ROLLER BEARINGS.....	71
<i>S.N. Tolstopyatov, E.V. Golovanova</i> ABOUT THE POSSIBILITY OF MONITORING A SINGLE-BASED STRESSED-DEFORMED STATE OF DETAILS OF AGRICULTURAL MACHINES BY THE METHOD OF ATTENUAL ATTENUATION.....	81
<i>V.F. Uzhik, O.S. Kuzmina, O.V. Kitaeva, A.I. Teteryadchenko</i> TO JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF PORTABLE MILKHEAD COWATS FUNERAL MANIPULATOR WITH QUALITY MANAGEMENT MODE OF GIVING.....	89
<i>M.M. Yurkov</i> PROTECTION OF MOBILE AGRICULTURAL EQUIPMENT FROM LOW FREQUENCY VIBRATIONS.....	110

### INNOVATIVE ECONOMICS, MANAGEMENT OF AGRICULTURAL ENTERPRISES AND SOCIAL DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES

<i>I.G. Ushachev</i> TRENDS AND PROSPECTS FOR AGROINDUSTRIAL COMPLEX DEVELOPMENT IN THE RUSSIAN FEDERATION.....	114
<i>O.I. Zolotareva</i> TO THE QUESTION OF RESEARCH AND IMPROVEMENT OF THE ORGANIZATION ACCOUNTING AND TAX ACCOUNTING IN SUBJECTS OF SMALL AND MEDIUM ENTREPRENEURSHIP.....	123
<i>R.V. Kapinos, O.S. Akupiyan</i> INNOVATIVE CLUSTERS OF NON-PROFIT AGRICULTURAL ORGANIZATIONS OF ECOLOGICAL ORIENTATION AS A FACTOR OF REGIONAL ECONOMY DEVELOPMENT.....	131
<i>A.V. Kotarev, A.O. Kotareva, R.I. Ibragimov</i> ORGANIZATIONAL AND MANAGERIAL ASPECTS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF BRANCH OF AGRICULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION.....	141
<i>T.I. Nasedkina, L.N. Gruzdova</i> ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF LABOR RESOURCES USE.....	152
<i>A.I. Chernykh, O.V. Goncharenko</i> JUSTIFICATION OF PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF AGRARIAN INTEGRATED FORMATIONS ON THE BASIS OF THE SWOT-ANALYSIS.....	160
<i>N.Yu. Yakovenko, G.I. Hudobina</i> FORMATION AND DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISM OF LABOR PRODUCTIVITY MANAGEMENT OF AGRICULTURAL ENTERPRISE PERSONNEL.....	174

**INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AGRONOMY**

<b>A.V. Akinchin, S.A. Linkov A.F. Samoilova</b> EFFECT OF NITROGEN FERTILIZING ON THE YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT.....	188
<b>N.I. Bogomolova, Z.E. Ozherelieva, S.V. Rezviakova, M.V. Lupin</b> HEAT RESISTANCE AND DROUGHT RESISTANCE OF RED RASPBERRY IN CENTRAL RUSSIA (ON THE EXAMPLE OF THE OREL REGION).....	194
<b>L.N. Kuznetsova, S.A. Linkov, I.V. Kulishova</b> MICROBIOLOGICAL AND AGROPHYSICAL INDICATORS OF SOIL FERTILITY IN BELLADONNA CROPS.....	204
<b>S.A. Linkov, A.V. Shiryayev A.V. Akinchin, L.N. Kuznetsova</b> INFLUENCE OF TILLAGE SYSTEMS ON AGROPHYSICAL PROPERTIES OF CHERNOZEMS.....	213
<b>V.A. Lukyanov, S.Yu. Gorbunova, A.i. Stifeev</b> GROWTH AND GERMINATION OF WINTER WHEAT WITH USE OF CULTURAL MEDIUM FROM MICROAIGAE.....	221
<b>T.S. Morozova, E.Yu. Kolesnichenko</b> AGRI-ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF SYSTEMATIC APPLICATION OF FERTILIZERS ON THE ACCUMULATION OF CADMIUM AND LEAD IN THE TYPICAL CHERNOZEM.....	228
<b>T.V. Oliva, L.A. Manokhina, E.A. Kuzmina, E.N. Proskurina</b> LETTUCE OF THE VARIETY AFICION IN THE GREENHOUSE.....	237
<b>S.V. Rezvyakova, A.G. Gurin</b> INFLUENCE OF IMMUNOMODULATORS ON RESISTANCE TO TEMPERATURE FACTORS OF APPLE AND PEAR SEEDLINGS IN THE NURSERY.....	246
<b>A.A. Ryadinskaya</b> INFLUENCE OF STORAGE METHODS FOR CONSERVATION OF CARROT FOSSILS.....	251
<b>N.A. Sidelnikova, V.V. Smirnova</b> RESOURCE- SAVING GARLIC DEEP PROCESSING TECHNOLOGIES.....	256
<b>V.V. Smirnova, N.A. Sidelnikova</b> FOOD GARLIC STORAGE MODE IN THE BELGOROD REGION.....	264
<b>S.I. Smurov, O.V. Grigorov, S.S. Kulkov</b> DYNAMICS OF HUMUS IN THE USE OF STUBBLE GREEN MANURING AND GREEN MANURE IN GRAIN CROP ROTATIONS IN CONDITIONS OF THE SOUTH-WEST OF CENTRAL BLACK EARTH REGION.....	268
<b>A.V. Shiryayev, L.N. Kuznetsova, N.V. Shiryayeva</b> PRODUCTIVITY OF SPRING BARLEY DEPENDING ON THE METHODS OF BASIC PROCESSING OF SOIL AND FERTILIZERS.....	278
<b>N.V. Shiryayeva, A.V. Shiryayev, L.N.Kuznetsova, A.G. Stupakov, A.O. Simasheva, K.K. Khakimova</b> STRUCTURAL STATE OF THE SOIL IN WHICH WHEAT OXIMISM BY VARIOUS PRECURSORS.....	285
<b>Our viewers.....</b>	292

## АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

УДК 621.316.98

*С.В. Вендин, С.В. Соловьёв, С.В. Килин, А.О. Яковлев*

### АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИТРОСОВОЙ МОЛНИЕЗАЩИТЫ НА ПОДСТАНЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований по оценке эффективности мероприятий по повышению надежности защиты территории открытого распределительного устройства подстанций от прямых ударов молнии с применением мультитросовой молниезащиты. Опыт эксплуатации современной техники показывает, что число и опасность грозовых нарушений в системах электроснабжения резко возрастает при массовом внедрении микропроцессорной техники в системы управления, автоматики и релейной защиты. В электроэнергетике такие микропроцессорные средства локализованы, главным образом, на подстанции, что и вынуждает пересматривать методологические основы их молниезащиты и обеспечение электромагнитной совместимости. Для расчета параметров мультитросовой молниезащиты рекомендуется программное обеспечение, в состав которого входят 4 независимых программы. Проведенные расчёты показывают, что применение мультитросовой системы в значительной степени снимает проблему электромагнитной совместимости при грозовой активности. Специальные средства по ограничению электромагнитных воздействий от тока молнии должны предусматриваться только в исключительных случаях и на основании контрольной проверки уровней наводок в наиболее ответственных вторичных электрических цепях. В результате анализа возможности применения мультитросовой защиты, сделаны выводы: о повышении обеспечения надежности защиты территории подстанции и размещенного там оборудования не ниже 0,999, что соответствует вероятности прорыва молнии не более 0,001; о снижении числа ударов молнии в защищаемую территорию и размещенные над ней грозотросы в 2 – 3 раза; о снижении нагрузки контура заземления импульсным током молнии; о снижении электромагнитных наводок во вторичных цепях подстанции до порядка величины; о снижении напряжения шага и прикосновения в пределах контура заземления подстанции до безопасного уровня. Применение мультитросовой молниезащиты не меняет основных положений методики проектирования открытого распределительного устройства подстанций напряжением 35 - 110 кВ в части размещения ее силового оборудования и вспомогательных сооружений. Использование стержневых молниеотводов на территории подстанции не требуется.

**Ключевые слова:** молниезащита, мультитросовая система, грозотрос, электромагнитная совместимость, перенапряжение, молния.

### ANALYSIS OF THE APPLICATION OF MULTITROSE LIGHTING PROTECTION AT SUBSTATIONS USING THE SOFTWARE

**Abstract.** The article presents the results of studies to assess the effectiveness of measures to improve the reliability of the protection of the territory of the open switchgear substations from direct lightning strikes using multitroze lightning protection. The experience of operation of modern equipment shows that the number and danger of lightning disturbances in power supply systems increases dramatically with the mass introduction of microprocessor technology in control systems, automation and relay protection. In electric power industry such microprocessor means are localized, mainly, on substation that forces to reconsider methodological bases of their lightning protection and ensuring electromagnetic compatibility. To calculate the parameters of multitroze lightning protection software is recommended, which includes 4 independent programs. The calculations show that the use of a multitroze system largely eliminates the problem of electromagnetic compatibility in thunderstorm activity. Special means to limit the electromagnetic effects of the lightning current should be provided only in exceptional cases and on the basis of a control check of the levels of interference in the most critical secondary electrical circuits. As a result of the analysis of possibility of application multirobot protection, the findings, for improving the reliability of protection of territory of the substation and placed there the equipment below is 0.999 which corresponds to a probability of breakthrough of lightning is not more than 0.001; the decrease in the number of lightning strikes in the protected area and placed over her groseclose in 2 – 3 times; on reducing the load of the ground loop by pulsed lightning current; on reducing electromagnetic interference in the secondary circuits of the substation to the order of magnitude; on reducing the step and touch voltage within the ground loop of the substation to a safe level. The use of multitroze lightning protection does not change the basic provisions of the design methodology of the open switchgear of substations with a voltage of 35 -110 kV in terms of the placement of its power equipment and auxiliary facilities. The use of rod lightning rods on the territory of the substation is not required.

**Keywords:** lightning protection, multi cable system, lightning bolt, electromagnetic compatibility, overvoltage, lightning.

**Введение.** Опыт эксплуатации практически всех видов современной техники показывает, что число и опасность грозовых нарушений резко возрастает при массовом внедрении

микропроцессорной техники в системы управления, автоматики и релейной защиты. В электроэнергетике такие средства локализованы, главным образом, на электрических подстанциях, в первую очередь, - цифровых, что и вынуждает пересматривать методологические основы их молниезащиты и обеспечение электромагнитной совместимости [1-3].

Стихийно сложившийся подход к модернизации молниезащиты подстанции в настоящее время связан с анализом режимов растекания импульсных токов молнии, выявлением на его основе потенциально опасных трасс кабелей вторичной коммутации и оснащением их локальными устройствами защиты от перенапряжений [4].

Главной причиной увлечения устройствами защиты от перенапряжений следует считать сложившуюся практику проектирования, при которой вопросы внешней и внутренней молниезащиты электроэнергетических объектов рассматриваются независимо друг от друга. Здесь необходим комплексный подход, при котором выбор типа и мест расстановки молниеотводов, помимо своей основной задачи защиты территории от прямых ударов молнии, должен принимать во внимание задачу оптимизации электромагнитной обстановки. При ее правильном решении могут быть существенно снижены, как частота, так и уровень электромагнитных воздействий тока молнии на цепи вторичной коммутации [5].

Указанное обстоятельство является решающим аргументом для использования тросовых молниеотводов вместо традиционных стержневых для открытого распределительного устройства подстанций.

**Цель исследования** – оценка возможностей использования молниезащиты и средств обеспечения электромагнитной совместимости на базе мультитросовой молниезащиты.

**Материалы и методы.** Методика расчета мультитросовой молниезащиты на ПС 35 и 110 кВ нового поколения, эффективности защитного действия и уровней электромагнитных наводок от импульсного тока в канале молнии и в грозотросах [6-8].

Для расчета параметров мультитросовой молниезащиты используется программное обеспечение. В состав программного комплекса входят 4 независимых программы, целью которых является:

- определение числа грозотросов и геометрических размеров мультитросовой системы, исходя из класса напряжения подстанции и ее компоновки;
- расчет ожидаемого числа ударов молнии в мультитросовую систему, числа прорывов на защищаемую территорию и вероятности прорывов;
- расчет ожидаемого числа обратных перекрытий с грозотросов на подстанционное оборудование;
- расчет электромагнитной обстановки и уровней электромагнитных наводок на территории ПС при грозовых воздействиях.

Программно-аппаратный комплекс, предназначенный для проектирования мультитросовой молниезащиты, оснащен следующим программным обеспечением:

- Программа **SubstationDesigning** – предназначена для расчета основных геометрических параметров мультитросовой системы.
- Программа **Substationlightning** - предназначена для расчета числа ударов молнии в грозотросы, числа и вероятности прорыва молний на территорию подстанции с учетом экранирующего эффекта объемного заряда короны.
- Программа **Backflashover** – предназначена для расчета числа обратных перекрытий с пораженного молнией грозотроса на оборудование подстанции.
- Программа **Substation EMC** – предназначена для расчета вектора напряженности магнитного поля на территории подстанции при ударе молнии в грозотросы, а также для оценки ЭДС, наводимой в произвольной паре проводов.

Рассмотрим методику расчета мультитросовой защиты на подстанции с использованием данных программ.

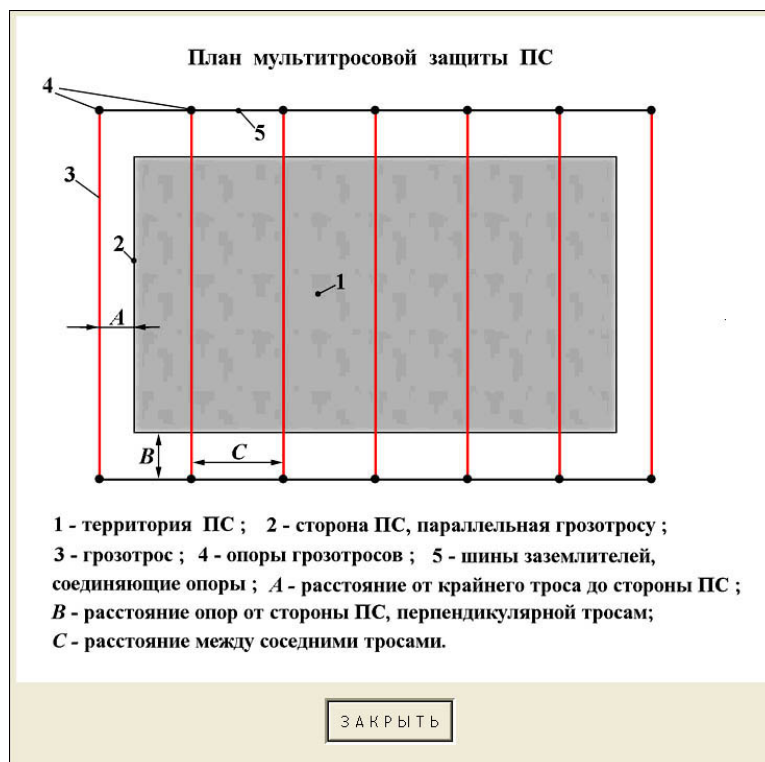
Программа **SubstationDesigning**. Предназначается для расчета основных геометрических параметров мультитросовой системы.

Ввод данных начинается со страницы меню (рисунок 1), предлагающей ввести значения геометрические размеры территории открытого распределительного устройства подстанций.

Рис. 1. Ввод данных для расчета

Далее задаются параметры мультитросовой защиты, определяющие ее габариты на плане. При этом откроется план мультитросовой защиты с необходимыми пояснениями (рисунки 2 и 3).

Рис. 2.- Параметры мультитросовой защиты



**Рис. 3. План мультитросовой защиты**

При вводе новых значений необходимо учитывать, что расстояние от опор грозотросов до сторон подстанции должно быть не менее 15-20 м. Меньшие расстояния могут привести к проникновению скользящих искровых разрядов к оборудованию и контуру заземления на территории подстанции.

Нажатие клавиши «Ввод» приведет к открытию следующей страницы (рисунки 4 и 5), в котором задаются параметры подстанции, влияющие на высоту подвеса троса (высоту опор).

Процедура ввода данных 3

Задание параметров объектов ПС

Задайте в метрах максимальную высоту объекта на территории ПС (траверсы, сооружения, шины и т.д.)

Задайте в метрах расстояние от наибольшего по высоте объекта ПС до грозотроса, исключая обратные перекрытия при ударе молнии в мультитросовую систему.

Здесь в окне редактирования задано значение, рекомендуемое ПУЭ Глава 2.5, таблица 2.5.22.

**Рис. 4. Параметры высоты подвеса троса**

Заданное по умолчанию значение расстояния от наибольшего по высоте объекта подстанции до грозотроса соответствует воздушной линии от 110 кВ и ниже.

После нажатия клавиши «Ввод» произойдет переход к последней странице меню ввода параметров.

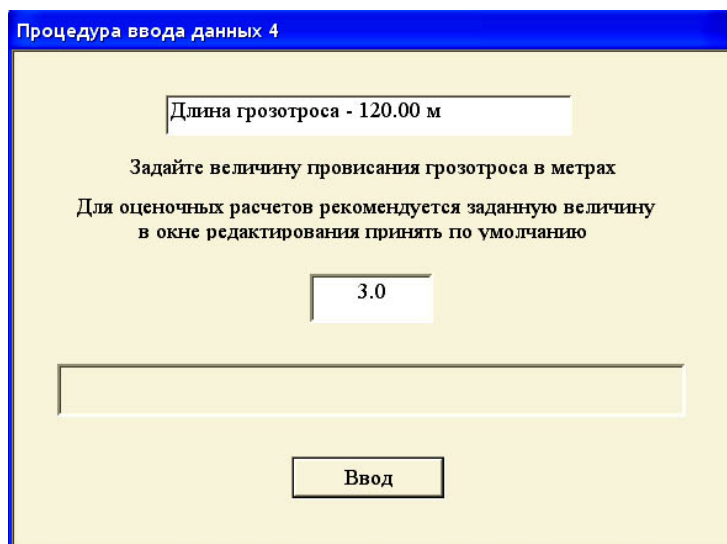


Рис. 5. Параметры высоты провисания грозотроса

После нажатия клавиши «Ввод» начинается процедура расчета.

Если расчетное значение радиуса грозотроса удовлетворяет, предъявляемым к нему нормативным требованиям, то процесс расчета завершится и появится меню Панели результатов (рисунок 6).

В левом информационном окне этого меню приведены исходные данные для расчета, введенные в предыдущих меню, в правом информационном окне – рассчитанные параметры мультитросовой защиты.

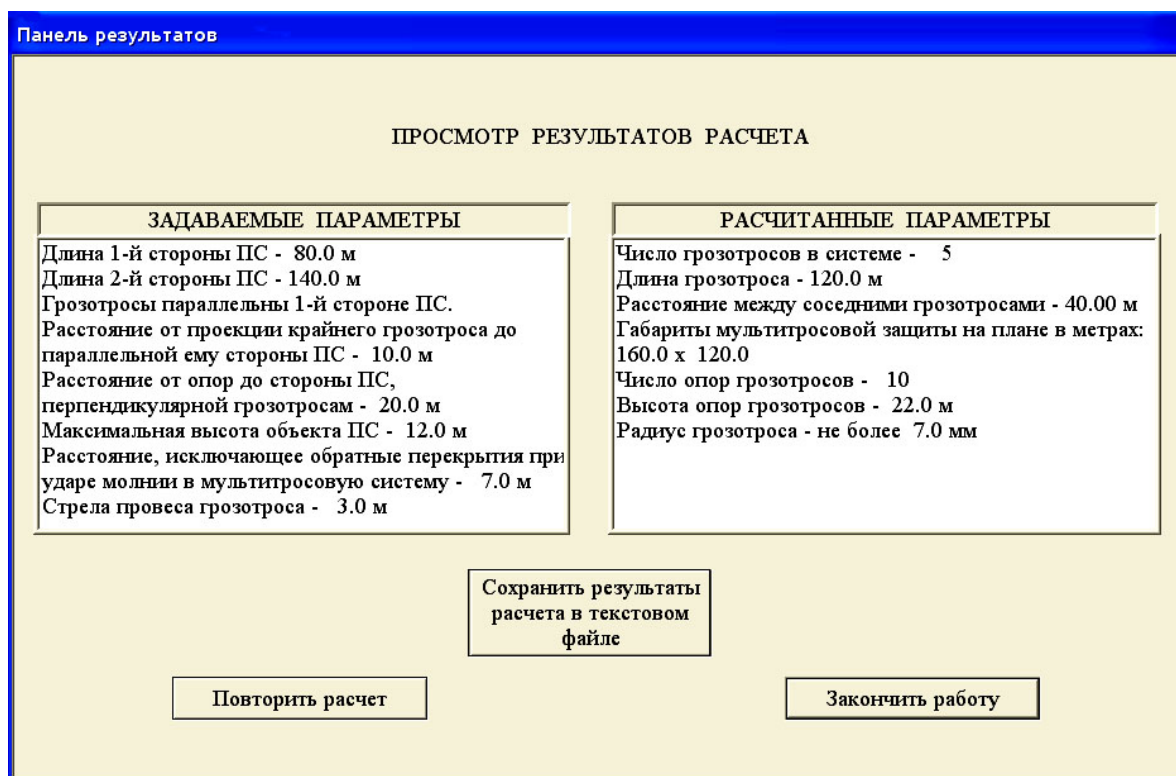


Рис. 6. Просмотр результатов расчета

Программа **Substationlightning**. Предназначается для расчета числа ударов молнии в грозотросы, числа и вероятности прорыва молний на территорию подстанции с учетом экранирующего эффекта объемного заряда короны.

Ввод данных начинается со страницы меню (рисунок 7), предлагающей Пользователю ввести значение числа ударов молнии в землю на 1 км<sup>2</sup> за год для данной местности.



**Рис. 7. Ввод данных для расчета**

При правильном вводе после нажатия клавиши «Ввод» открывается страница меню ввода геометрических параметров защищаемой территории прямоугольной формы под грозотросами, на которой размещаются все защищаемые объекты подстанции (рисунок 8). В соответствующие окна страницы меню вводятся длины сторон подстанции параллельные и перпендикулярные грозотросам, а также максимальная высота расположенного на ней защищаемого объекта.

**Рис. 8. Ввод размеров территории ПС**

Далее задается число грозотросов (рисунок 9), защищающих подстанцию. Разблокировка клавиши «Ввод» производится после ввода числа тросов. Минимальное число тросов должно быть не менее 3-х.

**Рис. 9. Ввод числа тросов**

На последующей странице меню (рисунок 10) задаются геометрические параметры, определяющие взаимное расположение грозотросов, относительно защищаемой территории.

Процедура ввода данных 4

Ввод параметров, определяющих взаимное расположение защищаемой прямоугольной территории и грозозащитных тросов.

Для получения дополнительной информации нажмите клавишу "Информация".

Задайте расстояние в метрах между проекцией на плоскость ПС крайнего троса и стороной ПС, параллельной грозотросам.

10

Задайте кратчайшее расстояние в метрах от проекции точки подвеса троса на плоскость ПС до стороны ПС, перпендикулярной грозотросам

20

Информация Ввод

Рис. 10. Ввод расположения грозотросов

Для получения дополнительной информации, содержащей графическое пояснение этих параметров, нажмите клавишу «Информация». Появится графический план (рисунок 11).

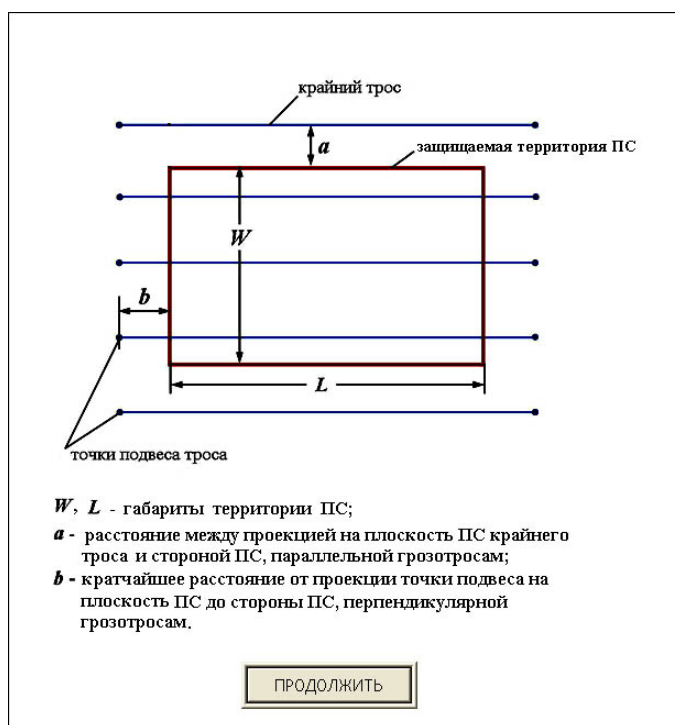


Рис. 11. Графический план расположения грозотросов

После задания параметров в окнах меню и нажатия клавиши «Ввод», появится страница меню с окнами ввода параметров грозотросов (рисунки 12 и 13). В данном случае эти параметры одинаковые для всех грозотросов.

Процедура ввода данных 5

Ввод параметров грозозащитных тросов.  
Для всех тросов высоты подвеса и стрелы провеса - одинаковы.

Задайте высоту подвеса троса в метрах

Задайте стрелу провеса троса в метрах

Рис. 12. Ввод параметров грозотросов

Процедура ввода данных 6

Ввод параметров, определяющих пороговую напряженность  
коронирования тросов

Радиус молниезащитного троса, мм

Относительная плотность воздуха

Рис. 13. Ввод параметров влияющих на порог зажигания короны

Далее программа переходит к странице меню просмотра и редактирования введенных параметров. Далее начинается процедура расчета, на первоначальном этапе которой рассчитывается пороговое значение напряженности электрического поля атмосферы, при котором зажигается корона на тросах. В случае, если полученное значение недопустимо велико и не обеспечивает существование хорошо развитой короны в грозовой обстановке, выдается сообщение (рисунок 14), в котором пользователю предлагается изменить параметры, влияющие на порог зажигания короны (например, уменьшить радиус троса или увеличить высоту подвеса троса). Если пользователь решит провести расчет при заданных параметрах без учета эффекта коронирования тросов, то для этого необходимо нажать клавишу «Расчет без учета короны».

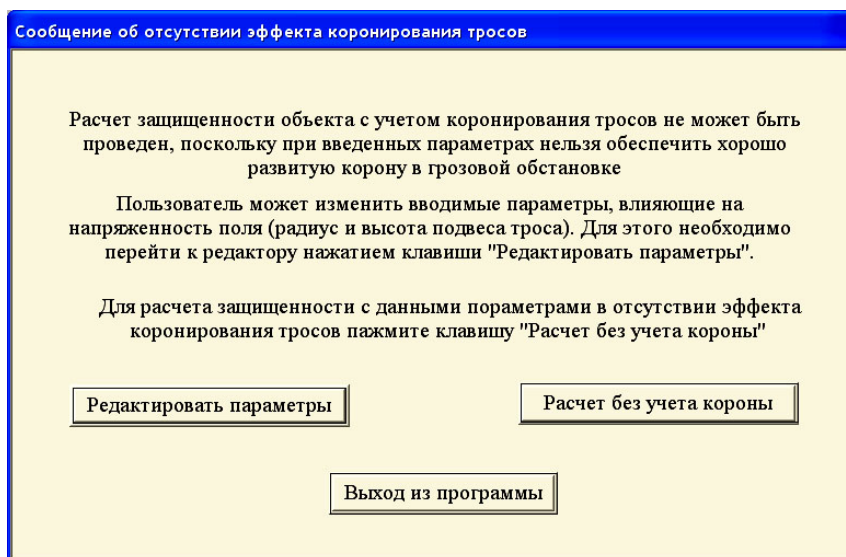


Рис. 14. Сообщение об ошибке

По окончании расчета появится страница меню (рисунок 15) «Просмотр результатов расчета», в левом окне которой приведены результаты расчета, а в правой – исходные данные, используемые в данном расчете.

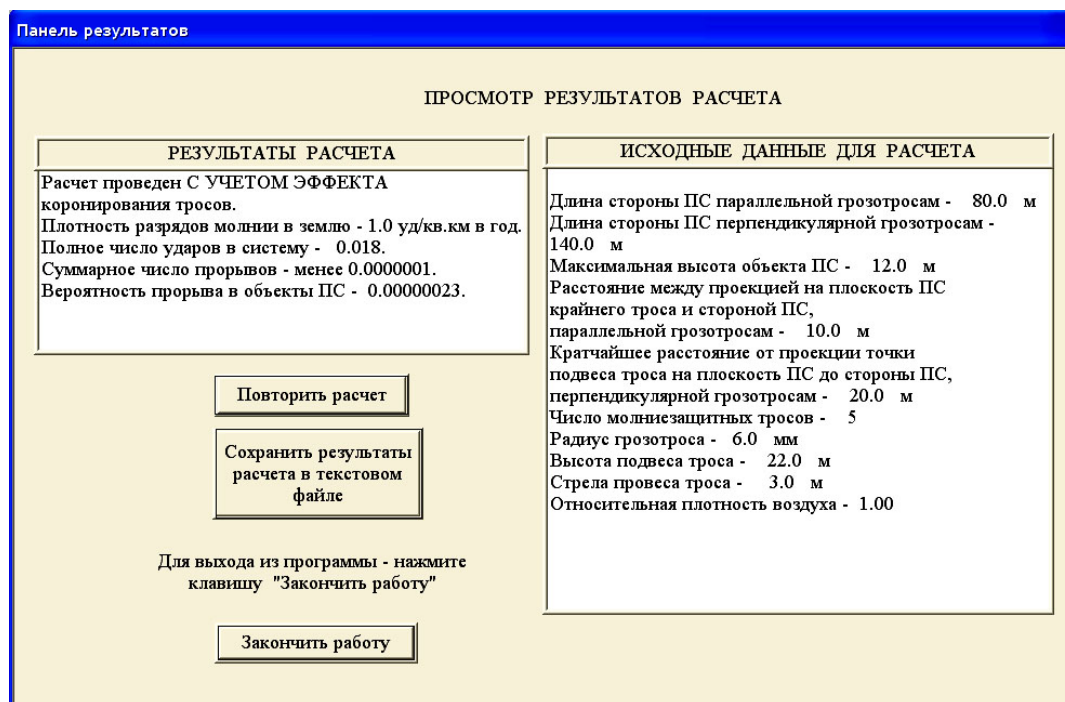


Рис. 15. Просмотр результатов расчета

**Программа Backflashover.** Программа предназначена для расчета ожидаемой вероятности и числа обратных перекрытий с грозотросов на оборудование подстанции с мультитросовой молнезащитой. В программе использована схема замещения с распределенными параметрами [5,9,10]. В качестве наиболее тяжелого случая рассматривается удар молнии в опору одного из крайних грозотросов. Принимается во внимание снижение во времени сопротивления заземления пораженной опоры за счет транспортировки части тока молнии в заземлители соседних опор через шину связи. Задача сводится к построению кривой опасных параметров.

**Программа Substation EMC.** Программа предназначена для расчета электромагнитной обстановки на территории открытого распределительного устройства подстанции, снабженной мультитросовой защитой, состоящей из грозотросов, установленных на опорах, размещенных за пределами территории подстанции. При этом заземлители опор с каждой из

сторон подстанции соединены между собой шинами заземления. Допускается удар молнии в любую опору или произвольную точку любого грозотроса системы.

На основании рассмотренных программ выполним расчет

**Результаты и обсуждения.** При использовании мультитросовой молниезащиты важно иметь в виду следующее:

- замена стержневых молниеприемников грозотросами существенно повышает надежность защиты территории открытого распределительного устройства от прямых ударах молнии, а обеспечение хорошо развитой короны от грозотросов в электрическом поле грозового облака обеспечивает дополнительный эффект, проявляющийся в снижении суммарного числа ударов молнии над защищаемой территорией в 2 – 4 раза, а также в увеличении надежности ее защиты свыше 0,999;

- применение грозотросов вместо стержневых молниеотводов исключает ввод тока молнии в землю непосредственно на территории открытого распределительного устройства; при удалении опор грозотросов от контура заземления подстанции на расстояние резко снижается нагрузка током молнии вторичных подземных коммуникаций и, как следствие, возбуждаемая в них электромагнитная наводка;

- деление тока молнии по грозотросам и их заземляющим устройствам облегчает электромагнитную обстановку на территории подстанции.

В итоге применение мультитросовой системы в значительной степени снимает проблему электромагнитной совместимости при грозовой деятельности. Специальные средства по ограничению электромагнитных воздействий от тока молнии должны предусматриваться только в исключительных случаях, на основании контрольной проверки уровней наводок в наиболее ответственных вторичных электрических цепях [6,11,12].

В таблице 1 приведены нормируемые параметры необходимые для применения мультитросовой защиты.

**Таблица 1 –Нормируемые параметры мультитросовой молниезащиты**

№	Нормируемый параметр	Принцип нормирования
1	Диаметр грозотросов	Определяется механическими нагрузками, условиями существования развитой короны в поле грозового облака, а также термической стойкостью к току молнии
2	Максимально допустимый шаг расстановки грозотросов	Определяется размерами защищаемой территории, но не более 40 м
3	Число грозотросов	Определяется размером защищаемой территории и допустимым шагом размещения грозотросов. Число грозотросов должно быть не менее 3
4	Длина грозотросов	Определяется размером защищаемой территории и необходимым удалением опор грозотросов от ОРУ
5	Вынос грозотросов за пределы защищаемой территории	Определяется допустимой долей тока молнии в заземлителе ОРУ
6	Высота опор грозотросов	Определяется условиями зажигания короны в электрическом поле грозового облака и допустимым числом обратных перекрытий
7	Максимальная стрела провеса грозотроса	Определяется допустимой механической нагрузкой на грозотрос и условиями стабилизации короны
8	Минимально допустимое расстояние между грозотросами и оборудованием ПС, в т.ч. шинами	Определяется ПУЭ п. 2.5.213
9	Сопротивление заземления опоры грозотроса	Определяется ПУЭ п. 2.5.129, таблица 5.2.129
10	Порог зажигания короны в электрическом поле грозового облака	Определяется условиями активного развития короны в поле грозового облака

Рассмотрим основные параметры таблицы 1.

1. Диаметр грозотросов.

Минимальный диаметр грозотроса определяется в первую очередь требованием к сечению молниеприемников, которое согласно [13] для стали не может быть меньше  $50 \text{ мм}^2$ , что соответствует диаметру не менее 8 мм в случае сплошного заполнения сечения металлом. Грозотрос избранного диаметра должен длительно выдерживать механическую нагрузку, зависящую от длины пролета, допустимой стрелы провеса, ветровой и гололедной обстановки в месте дислокации подстанции. Механическая прочность грозотроса диаметром 9,2 отвечает необходимым требованиям по крайней мере для районов I-IV по ветровым нагрузкам и гололеду.

2. Минимальная высота грозотросов над поверхностью земли.

Этот параметр определяется условиями возбуждения короны от поверхности глухо заземленных грозотросов в электрическом поле грозового облака без использования каких-либо дополнительных источников высокого напряжения. Он также должен обеспечивать изоляционное расстояние между грозотросами и оборудованием подстанции, гарантирующее снижение вероятности обратных перекрытий при ударе молнии в грозотрос до безопасного уровня [5].

Минимальная высота по условиям возбуждения короны определяется необходимой кратностью усиления электрического поля атмосферы  $E_0$  на поверхности грозотроса до величины  $E_{0\text{кор}}$ , возбуждающей самостоятельный электрический разряд.

На рисунке 16 представлены расчетные зависимости высоты  $h_{\text{min}}$  от  $E_{0\text{кор}}$  для 5-ти грозотросов с характерной для подстанции 35-110 кВ длиной в 100 м. Интенсивный рост требуемой высоты  $h_{\text{min}}$  при уменьшении порогового поля  $E_{0\text{кор}}$  вынуждает внимательно относиться к выбору этого параметра. Экономически оправданный выбор соответствует условию, когда при высоте  $h_{\text{min}}$ , оцененной по условия формирования короны, будет автоматически обеспечено изоляционное расстояние до токонесущих частей подстанции и линий, предписанное требованиями [14], где при рабочем напряжении до 110 кВ включительно оно принимается равным  $S_{\text{из}} = 7 \text{ м}$ . Поскольку предельная высота шин и порталов подстанции 35-110 кВ составляет 6 – 8 м, экономически целесообразная высота грозотросов в точке максимального провеса должна находиться в пределах 13 – 15 м. Как это следует из расчетных данных это приведет к возбуждению короны от грозотросов в электрическом поле атмосферы не менее  $E_{0\text{кор}} \approx 12,5 \text{ кВ/м}$ .

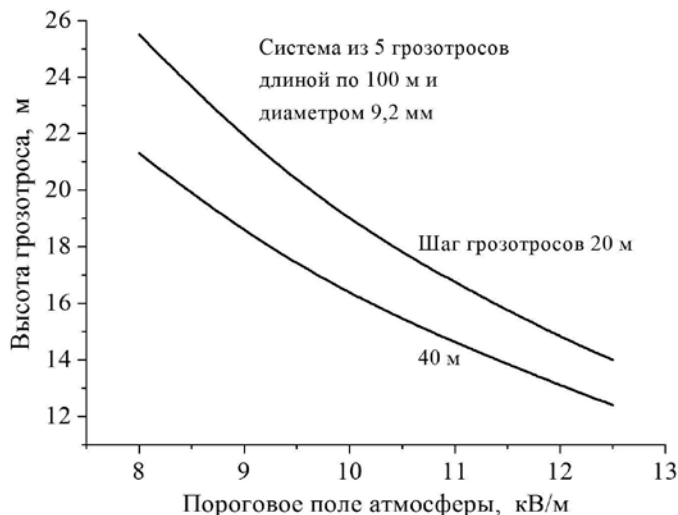


Рис. 16. Расчетная зависимость минимальной высоты подвеса грозотросов от предельно допустимого порога зажигания короны в системе из 5-ти грозотросов

3. Стрела провеса грозотроса.

Выбор минимальной высоты грозотросов по условию возбуждения короны в нижней точке расположения грозотросов над поверхностью земли исключает какие-либо специальные требования к стреле его провеса, кроме обеспечения допустимой механической нагрузки на трос от тяжения, гололеда и ветра.

4. Высота подвеса грозотросов.

Надежность защиты от прямых ударов молнии на уровне не менее 0,999 обеспечивается коронирующей мультитросовой системой даже в случае ее превышения над защищаемыми объектами не более, чем на 3 м. Влияние рабочего напряжения оборудования подстанции 35-110 кВ и их шин, находящихся под рабочим напряжением, на эффективности защитного действия молниеотводов практически не сказывается. Негативное влияние рабочего напряжения значимо только для молниезащиты ПС напряжением не ниже 750 кВ [15].

По указанной причине высота крепления грозотросов на опорах определяется минимально допустимой высотой грозотросов по условиям формирования развитой короны, которая согласно произведенным оценкам для условий функционирования мультитросовой молниезащиты на подстанции 35-110 кВ не превышает 14,5 м, а также рекомендованной стрелой провеса грозотросов, равной 3 м.

#### 5. Максимально допустимый шаг расстановки грозотросов.

Основанием для выбора шага расстановки грозотросов в мультитросовой системе является формирование сплошного слоя объемного заряда короны над защищаемой территорией. Для этой цели границы фронтов заряда, генерируемого каждым из грозотросов должны сомкнуться за время, равное минимальному временному интервалу, в течение которого обеспечивается восстановление заряда грозовой ячейки после очередного разряда молнии. Согласно данным [11] длительность такого интервала близка к 10 с. Это значит, что для формирования сплошного заряженного слоя грозотросы в мультитросовой системе должны располагаться на расстоянии не более 40 м.

#### 6. Минимальное число грозотросов в системе.

На рисунке 17 показано, что в качестве количественной оценки состояния системы может служить зависимость погонной плотности тока короны каждого из грозотросов от полного их числа в составе системы при неизменном шаге расстановки и времени существования короны.

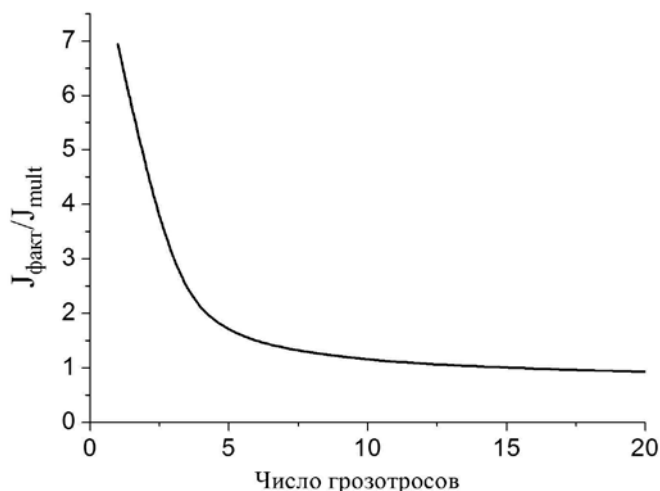
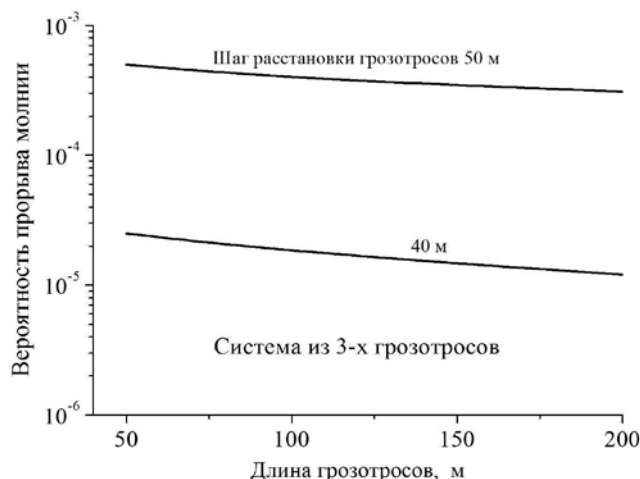


Рис. 17. Минимально допустимое число грозотросов в составе мультитросовой системы

#### 7. Длина грозотросов.

Для надежной защиты мультитросовая система должна полностью перекрывать территорию открытого распределительного устройства подстанции и другие подстанционные сооружения, нуждающиеся в защите от прямых ударов молнии [16]. По соображениям надежности защиты от прямых ударов молнии вынос тросов за пределы защищаемой территории не требуется, поскольку даже в системе из 3-х грозотросов, подвешенных на высоте 17 м с провесом в 3 м и шагом 40-50 м надежность защиты территории с сооружениями высотой до 8 м не ниже 0,999 (вероятность прорыва молнии не выше 0,001) обеспечивается даже при полном отсутствии экранирующего эффекта объемного заряда короны (рисунок 18).



**Рис. 18. Расчетная вероятность прорыва молнии на территорию распределительного устройства подстанции с объектами высотой до 8 м. Защищаемая территория находится в пределах размещения грозотросов**

Длину грозотросов следует увеличивать исключительно для того, чтобы удалить их опоры от контура заземления и подземных коммуникаций открытого распределительного устройства подстанции и тем самым снизить долю тока молнии, проникающего в этот контур вследствие кондуктивных связей между подземными электродами в проводящем грунте, а также в результате развития скользящих искровых каналов, стартующих от фундаментов опор грозотросов.

**8. Токовая нагрузка контура заземления подстанции.**

Использование тросовой молниезащиты позволяет при поражении грозотросов вводить ток молнии в грунт вне территории, занятой контуром заземления подстанции. Для этой цели опоры грозотросов должны быть вынесены за пределы этого контура.

**9. Сопротивление заземления опоры грозотроса.**

Нормирование сопротивления опор грозотросов сообразно требованиям [14] для опор воздушных линий высших классов напряжения обусловлено тем обстоятельством, что этот параметр подбирался по условиям максимально возможного ограничения числа обратных перекрытий.

Согласно действующей [13], площадь сечения грозотроса не должна быть меньше 50 мм<sup>2</sup>. Этому условию удовлетворяет выпускаемый промышленностью грозотрос диаметром 9,2 мм.

Приведем расчеты нагрузок, действующих на данный грозотрос, с учетом габаритных размеров на примере подстанции «Короча».

Предположим, что для обеспечения безопасного растекания тока молнии грозотросы выходят на 20 м за внешнюю границу подстанции, потому длина грозотроса для подстанции «Короча» составляет 136 м. С некоторым запасом район по ветру и гололеду принят IV.

Ветровая нагрузка на тросы.

Нормативная ветровая нагрузка на грозотрос  $P_{HW}$ , действующая перпендикулярно ему, для каждого рассчитываемого условия определяется по формуле

$$P_{HW} = \alpha_w \cdot K_1 \cdot K_w \cdot C_x \cdot W \cdot F \cdot \sin 2\varphi, \tag{1}$$

где  $\alpha_w$  – коэффициент, учитывающий неравномерность ветрового давления по пролету воздушной линии [14];

$K_1$  – коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку.

$K_w$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте в зависимости от типа местности (для зоны А - открытые побережья морей, озер, водохранилищ, пустыни, степи, лесостепи, тундра) при высоте подвеса тросов ~ 26 м, согласно [14] принимаем равным 1,33;



$C_x$  – коэффициент лобового сопротивления, принимаемый равным 1,2 для всех проводов и тросов, покрытых гололедом [14];

$W$  – нормативное ветровое давление, Па, в рассматриваемом режиме принимается равным  $W = W_0$ ;

$W_0$  – нормативное ветровое давление на высоте 10 м над поверхностью земли, определяемое по [14];

$F$  – площадь продольного диаметрального сечения провода,  $m^2$  (при гололеде с учетом условной толщины стенки гололеда  $b_y$ ) определяется по формуле:

$$F = (d_{mp} + 2 \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_y) \cdot l \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

где  $d_{mp}$  – диаметр провода;

$K_i$  и  $K_d$  – коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки гололеда по высоте и в зависимости от диаметра провода и определяемые по [14]:

$K_i = 1,0$  – для высоты подвеса троса 26 м;

$K_d = 1,0$  – для диаметра троса 10 мм;

$l$  – длина ветрового пролета;

$b_y$  – условная толщина стенки гололеда,  $b_y = b_3 = 25$  мм.

$\varphi$  – угол между направлением ветра и осью воздушной линии (принимается  $90^\circ$ ,  $\sin\varphi=1$ )

Ветровая нагрузка на тросы для района по ветру IV и района по гололеду IV.

$W = W_0 = 800$  Па;

$\alpha_w = 0,7$  (согласно [14] при  $W_0 > 580$  Па);

$b_y = 25$  мм;

Площадь продольного диаметрального сечения составит по (2) составит:

$$F = (9,2 + 2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25) \cdot 136 \cdot 10^{-3} = 8,1 \text{ м}^2.$$

Ветровая нагрузка согласно (1):

$$P_{HW} = 0,7 \cdot 1,05 \cdot 1,33 \cdot 1,2 \cdot 800 \cdot 8,1 = 7601 \text{ Н}.$$

Нормативная гололедная нагрузка.

Нормативная линейная гололедная нагрузка на 1 м провода (троса)  $P_{HG}$  определяется по формуле, Н/м:

$$P_{HG} = \pi \cdot K_i \cdot K_d \cdot b_3 \cdot (d_{mp} + K_i \cdot K_d \cdot b_3) \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}, \quad (3)$$

где  $K_i, K_d$  – коэффициенты, учитывающие изменение толщины стенки гололеда по высоте и в зависимости от диаметра провода и принимаемые по [14];

$b_3$  – толщина стенки гололеда, мм.

Для района по гололеду IV

$b_3 = 25$  мм;

$d_{mp} = 9,2$  мм – диаметр грозотроса;

$\rho = 0,9$  г/см<sup>3</sup> – плотность льда;

$g = 9,8$  м/с<sup>2</sup> – ускорение свободного падения.

$$P_{HG} = \pi \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 \cdot (9,2 + 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25) \cdot 0,9 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3} = 23,7 \text{ Н/м}.$$

Нагрузка, создаваемая натяжением троса.

Рассматривается грозотрос СТО 71915393-ТУ 062-2008 МЗ-В-ОЖ-Н-Р

Диаметр – 9,2 мм.

Сечение (по проволокам) – 57,6 мм<sup>2</sup>.

Масса 1 км троса – 490,0 кг.

Суммарное разрывное усилие всех проволок грозотроса – 102208 Н.

Формула для расчета натяжения троса [17]:

$$H_x = \frac{p \cdot g \cdot l^2}{8 \cdot f}, \quad (4)$$

где  $H_x$  – натяжение ненагруженного троса, Н;

$p$  – погонный вес троса, кг/м;

$g = 9,8$  м/с<sup>2</sup>;

$l$  – длина пролета, м;

$f$  – стрела провеса, м.

а) Натяжение, создаваемое тросом без гололеда

Нагрузка от троса для пролета 136 м составляет 3701 Н.

б) Натяжение, создаваемое гололедной нагрузкой по условию (4).

Нагрузка от гололеда для пролета 136 м – 18265 Н.

в) Результирующая нагрузка от массы троса, массы гололеда давления ветра,  $P_{НСум}$ .

Суммарное натяжение от массы троса и гололеда:

$$P_{HM} = H_x + H_{ХГ}. \quad (5)$$

Результирующая нагрузка на трос от массы троса, массы гололеда и давления ветра:

$$P_{НСум} = \sqrt{(P_{HW})^2 + (P_{HM})^2}; \quad (6)$$

$$P_{HM} = 3701 + 18265 = 21966 \text{ Н};$$

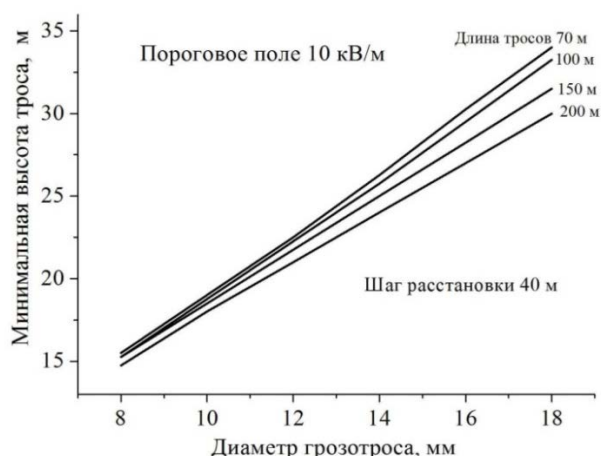
$$P_{НСум} = \sqrt{7601^2 + 21966^2} = 23244 \text{ Н}.$$

Суммарное разрывное усилие всех проволок грозотроса диаметром 9,2 мм,  $P_{\Sigma} = 102208$  Н.

Из проведенных расчетов видно, что грозотрос диаметром 9,2 мм может выдержать нагрузку, в несколько раз превосходящую расчетную для пролета 136 м. Таким образом, его применение для типичных подстанций 35-110 кВ по условиям механической прочности оправдывается, по крайней мере, для районов IV по ветру и гололеду.

Для эффективного использования свойств мультитросовой системы необходимо обеспечить существование развитой короны на грозотросах. Анализ показал, что для этой цели пороговое поле атмосферы, зажигающее корону не должно превышать  $E_{0cor} = 10$  кВ/м, а шаг расстановки грозотросов быть не больше 40 м.

Приведенные на рисунке 19 расчетные позволяют оценить минимальную высоту грозотросов, обеспечивающую инициирование короны от грозотроса диаметром 9,2 мм во внешнем электрическом поле атмосферы не более 10 кВ/м. Можно видеть, что эта величина близка к 17 м. Таким образом, с учетом предельной стрелы провеса грозотросов в 3 м их допустимая высота подвеса на опоре по условиям формирования коронного разряда равна 20 м.



**Рис. 19. Влияние диаметра и длины грозотросов на величину порогового поля атмосферы  $E_{0cor}$ , зажигающего корону в системе из 5 тросов**

Полученное выше значение требует уточнения по условию обеспечения минимально допустимого изоляционного расстояния между грозотросами и оборудованием подстанции, которое по требованиям [14] не может быть меньше 7 м. В итоге подвес грозотросов на высоте 20 м над уровнем земли оказывается допустимым только для подстанции с максимальной высотой металлоконструкций в 7,85 м. Для рассматриваемой подстанции с высотой металлоконструкций 11,35 м, высота должна быть увеличена, как минимум, до 21,35 м.

Таким образом получаем: для подстанции 110/35/10 кВ «Короча» с габаритными размерами 129,25 x 96,0 м с учетом выноса опор грозотросов на 20 м в каждую сторону от границы открытого распределительного устройства длина грозотроса составит 136 м, а его суммарная потребность при организации системы из 5 грозотросов будет равна 680 м.

Число грозотросов в системе - 5

Длина грозотроса – 136,00 м

Суммарная длина грозотросов – 680 м

Диаметр грозотросов – 9,2 мм

Шаг расстановки грозотросов - 37,3 м

Габариты мультитросовой защиты на плане в метрах: 149.2×136.0

Число опор грозотросов - 10

Суммарный положительный эффект от замены обычно используемых стержневых молниеотводов на мультитросовую систему сводится к следующему:

1. Обеспечение надежности защиты территории подстанции и размещенного там оборудования не ниже 0,999, что соответствует вероятности прорыва молнии не более 0,001;
2. Снижение числа ударов молнии в защищаемую территорию и размещенные над ней грозотросы в 2 – 3 раза;
3. Снижение нагрузки контура заземления импульсным током молнии вплоть до порядка величины;
4. Практически полное исключение тока молнии во вторичных подземных кабельных цепях на территории открытого распределительного устройства подстанции;
5. Снижение электромагнитных наводок во вторичных цепях подстанции до порядка величины;
6. Снижение напряжения шага и прикосновения в пределах контура заземления подстанции до безопасного уровня.

В итоге применение мультитросовой системы в значительной степени снимает проблему электромагнитной совместимости при грозовой деятельности [3,7,8,13]. Специальные средства по ограничению электромагнитных воздействий от тока молнии должны предусматриваться только в исключительных случаях, - на основании контрольной проверки уровней наводок в наиболее ответственных вторичных электрических цепях.

**Заключение.** На основе проведенной оценки возможностей использования мультитросовой защиты выделим основные преимущества ее применения:

- 1) повышение обеспечения надежности защиты территории открытого распределительного устройства подстанции и размещенного там оборудования не ниже 0,999, что соответствует вероятности прорыва молнии не более 0,001;
- 2) снижение числа ударов молнии в защищаемую территорию и размещенные над ней грозотросы в 2 – 3 раза;
- 3) снижение нагрузки контура заземления импульсным током молнии;
- 4) снижение электромагнитных наводок во вторичных цепях подстанции до порядка величины;
- 5) снижение напряжения шага и прикосновения в пределах контура заземления подстанции до безопасного уровня;
- 6) применение мультитросовой молниезащиты не меняет основных положений методики проектирования открытого распределительного устройства подстанции напряжением 35 -110 кВ в части размещения ее силового оборудования и вспомогательных сооружений [18], а также контура заземления [19];
- 7) использование стержневых молниеотводов на территории ПС не требуется.

#### Библиография

1. Правила устройства электроустановок: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. 7-й выпуск. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007.
2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей, 16-е издание, 2003.
3. Нормы технологического проектирования ПС переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (СТО 56947007-29.240.10.028-2009)
4. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 кВ. Типовые решения (СТО 56947007-29.240.30.010-2008)
5. Кокин С.Е., Дмитриев С.А., Хальясмаа А.И. Схемы электрических соединений подстанций: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та, 2015. 100 с.
6. Соловьёв С.В., Буковцов Д.В. Проблемы электромагнитной совместимости на подстанции 110/6 кВ «Строитель» // Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения материалы международной научно-практической конференции. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», 2018. С. 118-121.
7. Вендин С.В., Соловьёв С.В., Килин С.В. Экспериментальные исследования несинусоидальности и несимметрии напряжений в электрических сетях 10 кВ // Вестник ВИЭСХ. 2018. №3(32). С.18-25.
8. Короткие замыкания и несимметричные режимы электроустановок: учебн. Пособие для студентов вузов / И.П. Крючков, В.А. Старшинов и др.; под ред. И.П. Крючкова. - 2-е изд., стер. М.: Издательский дом МЭИ, 2011.
9. Неклепаев Б. Н., Крючков И. П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. СПб: БХВ-Петербург, 2013.
10. Электротехнический справочник: в 4 т., т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / В. Г. Герасимов [и др.]; (гл. ред. А.И. Попов).- 8-е изд., испр. и доп.– М.: Издательство МЭИ, 2002. 964 с.
11. Ополева Г.Н. Новое электрооборудование в системах электроснабжения. Справочное пособие. Иркутск: Изд-во Иркутского государственного университета, 2003. 194с.
12. СТО 56947007 29.240.10.028-2009 Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35–750 кВ НТП ПС.
13. СТО 56947007. 29.130.15.114-2012 Руководящие указания по проектированию заземляющих устройств подстанций напряжением 6 – 750 кВ.
14. СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций.
15. Попов Е.Н. Механическая часть электропередачи. Амурский государственный университет. Благовещинск.1998. 190с.
16. ГОСТ Р 51317.6.2-2007 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний.
17. ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний.
18. РД 34.20.116-93 Методические указания по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций от импульсных помех.

19. СО 34.35.311-2004 Методические указания по определению электромагнитных обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях.

### References

1. Pravila ustroystva elektroustanovok: Vse deystvuyushchiye razdely PUE-6 i PUE-7. [Regulations for electrical installation: All applicable sections of EIC-6 and EIC-7]. 7-y vypusk. Novosibirsk: Sib. univ.izd-vo, 2007.
2. Pravila tekhnicheskoy ekspluatatsii elektricheskikh stantsiy i setey [Rules of technical operation of power stations and networks]. 16-e izdaniye, 2003.
3. Normy tekhnologicheskogo proyektirovaniya PS peremennogo toka s vysshim napryazheniyem 35-750 kV [Norms of technological design of AC PS with higher voltage 35-750 kV]. (STO 56947007-29.240.10.028-2009)
4. Skhemy printsipial'nye elektricheskije raspredelitel'nykh ustroystv podstantsiy 35-750 kV. Tipovye resheniya [Schematic diagrams of electrical switchgear substations 35-750 kV. Typical solutions]. (STO 56947007-29.240.30.010-2008) .
5. Kokin S.Y., Dmitriyev S.A., Khal'yasmaa A.I. Skhemy elektricheskikh soyedineniy podstantsiy: uchebnoye posobiye. [Diagram of electric connections of substations]. Yekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2015. 100 p.
6. Solov'yev S.V., Bukovtsov D.V. Problemy elektromagnitnoy sovmestimosti na podstantsii 110/6 kV «Stroitel'» [Problems of electromagnetic compatibility at 110/6 kV substation «Builder»]. // Nauka I obrazovaniye na sovremennom etape razvitiya: opyt, problem I puti khresheniya materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Voronezh: FGBOU VO «Voronezhskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni imperatora Petra I», 2018. Pp. 118-121.
7. Vendin S.V., Solov'yev S.V., Kilin S.V. Eksperimental'nyye issledovaniya nesinusoidal'nosti i nesimmetrii napryazheniy v elektricheskikh setyakh 10 kV [Experimental studies of nonsinusoidality and asymmetry of voltages in 10 kV electric networks]. // Vestnik VIESKH. 2018. №3(32). Pp.18-25.
8. Korotkiye zamykaniya i nesimmetrichnye rezhimy elektroustanovok: uchebn. Posobiye dlya student vvuzov / [Short circuits and asymmetric modes of electrical installations]. I.P. Kryuchkov, V.A. Starshinovi dr.; pod red. I.P. Kryuchkova. 2-ye izd., ster. M.: Izdatel'skiy dom MEI, 2011.
9. Neklepavev B.N., Kryuchkov I.P. Elektricheskaya chast' elektrostantsiy i podstantsiy. Spravochnye materialy dlya kursovogo i diplomnogo proyektirovaniya. [Electrical part of power plants and substations. Reference materials for course and diploma design]. SPb: BKHV-Peterburg, 2013.
10. Elektrotekhnicheskii spravochnik: v 4 t., t. 3. Proizvodstvo, peredacha i raspredeleniye elektricheskoy energii [Electrotechnical reference: in 4 vols., vol. 3. Production, transmission and distribution of electric energy]. / V. G. Gerasimov [i dr.]; (gl. red. A.I. Popov). 8-ye izd., ispr. idop. M.: Izdatel'stov MEI, 2002-964
11. Opoleva G.N. Novoye elektrooborudovaniye v sistemakh elektrosnabzheniya. Spravochnoye posobiye. [New electrical equipment in power supply systems]. Irkutsk: Izd-vo Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta, 2003. 194 p.
12. STO 56947007 29.240.10.028-2009 Normy tekhnologicheskogo proyektirovaniya podstantsiy peremennogo toka s vysshim napryazheniyem 35-750 kV NTP PS. [Norms of technological design of substations of alternating current with the highest voltage of 35-750 kV NTP PS].
13. STO 56947007. 29.130.15.114-2012 Rukovodnyashchiye ukazaniya po proyektirovaniyu zazemlyayushchikh ustroystv podstantsiy napryazheniyem 6 - 750 kV [Guidelines for the design of grounding devices substations voltage 6-750 kV].
14. SO 153-34.21.122-2003 Instruksiya po ustroystvu molniyezashchity zdaniy, sooruzheniy i promyshlennykh kommunikatsiy. [Instructions for lightning protection of buildings, structures and industrial communications].
15. Popov Y.N. Mekhanicheskaya chast' elektroperedachi. [Mechanical part of power transmission]. Amurskiy gosudarstvennyy universitet. Blagoveshchinsk.1998. 190 p.
16. GOST R 51317.6.2-2007 Sovmestimost' tekhnicheskikh sredstv elektromagnitnaya. Ustoychivost' k elektromagnitnym pomekham tekhnicheskikh sredstv, primenyayemykh v promyshlennykh zonakh. Trebovaniya i metody ispytaniy [Compatibility of technical means electromagnetic. Resistance to electromagnetic interference of technical means used in industrial zones. Requirements and test methods].
17. GOST R 51317.4.5-99 (MEK 61000-4-5-95) Sovmestimost' tekhnicheskikh sredstv elektromagnitnaya. Ustoychivost' k mikrosekundnym impul'snym pomekham bol'shoy energii. Trebovaniya i metody ispytaniy. [Compatibility of technical means electromagnetic. Resistance to high energy microsecond pulse interference. Requirements and test methods].
18. RD 34.20.116-93 Metodicheskiye ukazaniya po zashchite vtorichnykh tsep'ey elektricheskikh stantsiy i podstantsiy ot impul'snykh pomekh. [Guidelines for the protection of secondary circuits electrical stations and substations from pulse interference].
19. SO 34.35.311-2004 Metodicheskiye ukazaniya po opredeleniyu elektromagnitnykh obstanovki i sovmestimosti na elektricheskikh stantsiyakh i podstantsiyakh. [Guidelines for the determination of electromagnetic fields and compatibility at power stations and substations].

### Сведения об авторах

Вендин Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район,

Белгородская обл., Россия, 308503, +7-4722-39-11-36, E-mail: [elapk@mail.ru](mailto:elapk@mail.ru)

Соловьёв Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, +7-904-531-18-47, E-mail: [ser-solovyev@mail.ru](mailto:ser-solovyev@mail.ru)

Килин Станислав Витальевич, преподаватель кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, +7-920-561-09-74, E-mail: [Kilin.St87@yandex.ru](mailto:Kilin.St87@yandex.ru)

Яковлев Алексей Олегович, преподаватель кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, + 7-904-084-53-35, E-mail: [yakovlevao@gmail.com](mailto:yakovlevao@gmail.com)

#### **Information about authors**

Vendin Sergey Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in Agroindustrial Complex, FGBOU VO Belgorod State University, ul. Vavilova, 1, Maisky settlement, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, + 7-4722-39-11-36, E-mail: [elapk@mail.ru](mailto:elapk@mail.ru)

Solovev Sergey Vladimirovich, Candidate of Technical Sciences, associate professor of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in Agroindustrial Complex, FGBOU VO Belgorod State University, ul. Vavilova, 1, Maisky settlement, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, +7-904-531-18-47, E-mail: [ser-solovyev@mail.ru](mailto:ser-solovyev@mail.ru)

Kilin Stanislav Vitalevich, lecturer of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in Agroindustrial Complex, FGBOU VO Belgorod State University, ul. Vavilova, 1, Maisky settlement, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, + 7-920-561-09-74, E-mail: [Kilin.St87@yandex.ru](mailto:Kilin.St87@yandex.ru)

Iakovlev Alexey Olegovich, lecturer of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in Agroindustrial Complex, FGBOU VO Belgorod State University, ul. Vavilova, 1, Maisky settlement, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, + 7-904-084-53-35, E-mail: [yakovlevao@gmail.com](mailto:yakovlevao@gmail.com)

УДК 536.24

С.В. Вендин, Ю.Н. Ульянов

## АНАЛИЗ СВОЙСТВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы применимости различных теплоизоляционных материалов для условий нестационарной теплопередачи. При современных технологиях сельскохозяйственного строительства толщина стенки ограждающих конструкций ограничивается экономическими соображениями и использованием специальных искусственных теплоизолирующих материалов, которым присущи свои достоинства и недостатки. Главной функцией любого утепления служит предотвращение тепловых потерь. Различные виды теплоизоляционных материалов по-разному справляются с этой задачей. Эффективность применения теплоизоляционных материалов определяют их специфические характеристики. Одним из путей решения этого вопроса является создание недорогих многокомпонентных (многослойных) теплоизоляционных материалов. Установлено, что скорость изменения температуры в слое будет тем меньше, чем больше будет постоянная времени процесса  $\tau$ , или чем меньше коэффициент температуропроводности слоя  $\alpha_i$ . Отсюда следует важный вывод о том, что при резкой смене внешних температур на поверхности объекта (стенки) определяющая роль отводится не коэффициенту теплопроводности  $\lambda_i$ , а коэффициенту температуропроводности слоя  $\alpha_i$ , который зависит от коэффициента теплопроводности  $\lambda_i$ , плотности  $\rho_i$  и массовой теплоемкости  $c_i$  слоя. Согласно полученным результатам можно отметить, что из рассмотренных материалов наименьшим коэффициентом температуропроводности обладают материалы на деревянной основе, а из искусственных материалов – пенополиуретан. Следовательно их наиболее целесообразно включать в теплоизоляционные покрытия для условий резкой смены температуры окружающей среды.

**Ключевые слова:** теплоизоляционные материалы, нестационарная теплопередача, коэффициент теплопроводности, коэффициент температуропроводности.

### ANALYSIS OF PROPERTIES OF HEAT-INSULATING MATERIALS FOR CONDITIONS OF UNSTEADY HEAT TRANSFER

**Abstract.** The article discusses the applicability of various heat-insulating materials for unsteady heat transfer conditions. With modern agricultural construction technologies, the wall thickness of the enclosing structures is limited by economic considerations and the use of special artificial insulating materials, which have their own advantages and disadvantages. The main function of any insulation is the prevention of heat loss. Different types of insulation materials cope with this task in different ways. The effectiveness of the use of thermal insulation materials is determined by their specific characteristics. One of the ways to solve this issue is to create low-cost multi-composite (multi-layer) insulation materials. It has been established that the rate of temperature change in the layer will be the smaller, the longer the process time constant  $\tau$  will be, or the smaller the thermal diffusivity of the layer  $\alpha_i$ . This implies an important conclusion that with an abrupt change of external temperatures on the object surface (wall), the decisive role is not played by the thermal conductivity coefficient  $\lambda_i$ , but by the thermal diffusivity of the layer  $\alpha_i$ , which depends on the thermal conductivity  $\lambda_i$ , density  $\rho_i$ , and mass heat capacity of the layer  $c_i$ . According to the obtained results, it can be noted that among the materials considered, materials on a wooden base have the lowest thermal diffusivity, and from synthetic materials, polyurethane foam. Therefore, it is most expedient to include them in heat-insulating coatings for conditions of a sharp change in ambient temperature.

**Keywords:** thermal insulation materials, non-stationary heat transfer, thermal conductivity, thermal diffusivity.

**Введение.** Снижение потерь теплоты в зданиях, сооружениях и объектах сельскохозяйственного назначения и создание эффективных теплоизолирующих материалов является актуальной проблемой [1, 2]. Значение высокотехнологичных теплоизоляционных материалов в вопросах повышения энергоэффективности на самом деле очень трудно переоценить. Надежная теплоизоляция зданий позволяет экономить значительное количество энергии, расходуемой в зимнее время на обогрев помещений, а в летнее время – на охлаждение и кондиционирование. По статистике 40% всей электроэнергии используется в зданиях и 2/3 ее расходуется на отопление и охлаждение.

В настоящее время рынок насыщен различными искусственными теплоизолирующими материалами. Современные ограждающие конструкции зданий, сооружений и объектов сельскохозяйственного назначения также нуждаются в эффективной теплоизоляции для сохранения тепла в холодное время и для предотвращения перегрева в теплое время. Использование высокотехнологичных качественных теплоизоляционных материалов позволяет уменьшить

толщину ограждающих конструкций, что дает возможность увеличить полезную площадь помещений и уменьшить нагрузку на основание.

При современных технологиях строительства толщина стенки ограждающих конструкций ограничивается экономическими соображениями и использованием специальных искусственных теплоизолирующих материалов, которым присущи свои достоинства и недостатки.

**Основные характеристики теплоизоляционных материалов.** Главной функцией любого утепления служит предотвращение тепловых потерь. Различные виды теплоизоляционных материалов по-разному справляются с этой задачей. Эффективность применения теплоизоляционных материалов определяют их специфические характеристики [3]:

- влажность – ее значение должно быть минимальным, для обеспечения минимальных потерь тепла;
- пористость – чем она выше, тем легче материал и выше теплоизоляция;
- плотность, теплоемкость;
- паропроницаемость – ее высокое значение требует обустройство дополнительной пароизоляции;
- водопоглощение – это способность удерживать впитываемую влагу, при ее повышении свойства будут ухудшаться;
- морозостойкость – способность материала в насыщенном состоянии выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без признаков разрушения;
- максимальная температура эксплуатации – это температурный предел, при котором сохраняются необходимые качества теплоизолятора.

Все эти факторы влияют на главный качественный показатель – теплопроводность материала, который служит основным критерием при выборе. Она определяется количеством теплоты, проходящим за единицу времени через плоскую однородную стенку толщиной 1 м и площадью 1 м<sup>2</sup> при разности температур на поверхностях стенки 1 К.

Практика показала, что нельзя однозначно определиться с необходимым изделием. Следует выбирать, тот материал, у которого совпадает максимальное количество требуемых показателей.

Одним из путей решения этого вопроса является создание недорогих многокомпонентных (многослойных) теплоизоляционных материалов.

Отметим также, что на настоящее время основной характеристикой теплоизоляционных материалов является коэффициент теплопроводности  $\lambda$ , так как в сочетании с толщиной материала  $\delta$  он определяет величину термического сопротивления  $R_\lambda$ :

$$R_\lambda = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (1)$$

где  $R_\lambda$  – внутреннее термическое сопротивление, (м<sup>2</sup> К)/Вт;  $\delta$  – толщина слоя изоляции, м;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала Вт/(м К).

Такой подход справедлив при допущении, что на свободных поверхностях в течение длительного времени поддерживаются стационарные граничные условия (неизменные температуры и условия теплообмена на поверхности).

В настоящее время на рынок поставляются слоистые теплоизоляционные материалы, так называемые «сэндвичи». Оценка эффективности их теплоизоляционных свойств проводится при стационарных условиях с учетом суммарного коэффициента теплопередачи.

Однако для реальных условий эксплуатации характерны нестационарные стационарные граничные условия, когда температура и условия теплообмена на поверхности могут сильно изменяться в течение короткого времени. В этом случае эффективность передачи теплоты (теплоизоляции) и скорость изменения разницы температур между внешней и внутренней средой и будет зависеть от размеров объекта и от коэффициента температуропроводности  $a$ , зависящего не только от коэффициент теплопроводности  $\lambda$ , но и от плотности  $\rho$  и теплоемкости  $c$  стенки и внутренней среды. Он существенен для нестационарных тепловых процессов



и характеризует скорость изменения температуры. Если коэффициент теплопроводности  $\lambda$  характеризует способность тел проводить теплоту, то коэффициент температуропроводности  $a$  является мерой теплоинерционных свойств тела.

$$a = \frac{\lambda}{\rho c}, \quad (2)$$

где  $a$  - коэффициент температуропроводности,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;  $\rho$  – плотность материала,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $c$  - массовая теплоемкость материала,  $\text{Дж}/(\text{кг К})$ .

Поэтому задача состоит в том, чтобы на основе имеющихся материалов обеспечить высокие теплоизоляционные свойства, прочность и долговечность теплоизоляции в условиях нестационарного теплообмена. Ниже приведен анализ влияния теплофизических параметров материала на скорость изменения температуры при нестационарной теплопередаче.

**Анализ применимости теплоизоляционных материалов для условий нестационарной теплопередачи.** Решение задач нестационарной теплопроводности в слоистых средах представляет определенные технические трудности. В общем случае для объемных тел она не решена до настоящего времени [4]. Однако многие практические задачи могут рассматриваться как одномерные, т.е. зависящие от одной координаты, определяющей объемную характеристику тела. Решения таких задач имеются в работах [5-8].

В общем случае необходимо решить задачу теплопроводности Фурье при определенных начальных условиях, условиях сопряжения на границах раздела слоев и внешних граничных условиях.

Решение, получаемое методом разделения переменных, как правило представляет сумму ряда по собственным функциям задачи. Тогда выражение для температуры любого слоя  $T_i(r, t)$   $n$  - компонентной системы имеет вид:

$$T_i(r, t) = \sum_{m=0}^{\infty} A_m F_{i,m}(\mu_{i,m} r) \exp(-\mu_{i,m}^2 a_i t), i = 1, 2 \dots n, \quad (3)$$

где  $A_m$ ,  $F_{i,m}(\mu_{i,m} r)$ ,  $r$ ,  $\mu_{i,m}$ ,  $t$ ,  $a_i$  - соответственно постоянные коэффициенты, собственные функции задачи, пространственная координата, собственные числа задачи, координата времени и коэффициент температуропроводности  $i$ -го слоя.

Решение вида (3) может быть преобразовано к виду:

$$T_i(r, t) = T_{y,i}(r) \left(1 - \exp(-\mu_i^2 a_i t)\right), \quad (4)$$

где  $T_{y,i}(r)$  – установившееся температурное поле в рассматриваемом слое.

В этом случае скорость изменения температуры в слое будет равна:

$$\frac{T_i(r, t)}{dt} = \mu_i^2 a_i T_{y,i}(r) \exp(-\mu_i^2 a_i t). \quad (5)$$

Выражение (5) может быть представлено следующим образом:

$$\frac{T_i(r, t)}{dt} = \frac{T_{y,i}(r) \left(\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)\right)}{\tau}, \quad (6)$$

где  $\tau$  – постоянная времени процесса:

$$\tau = \frac{1}{\mu_i^2 a_i}. \quad (7)$$

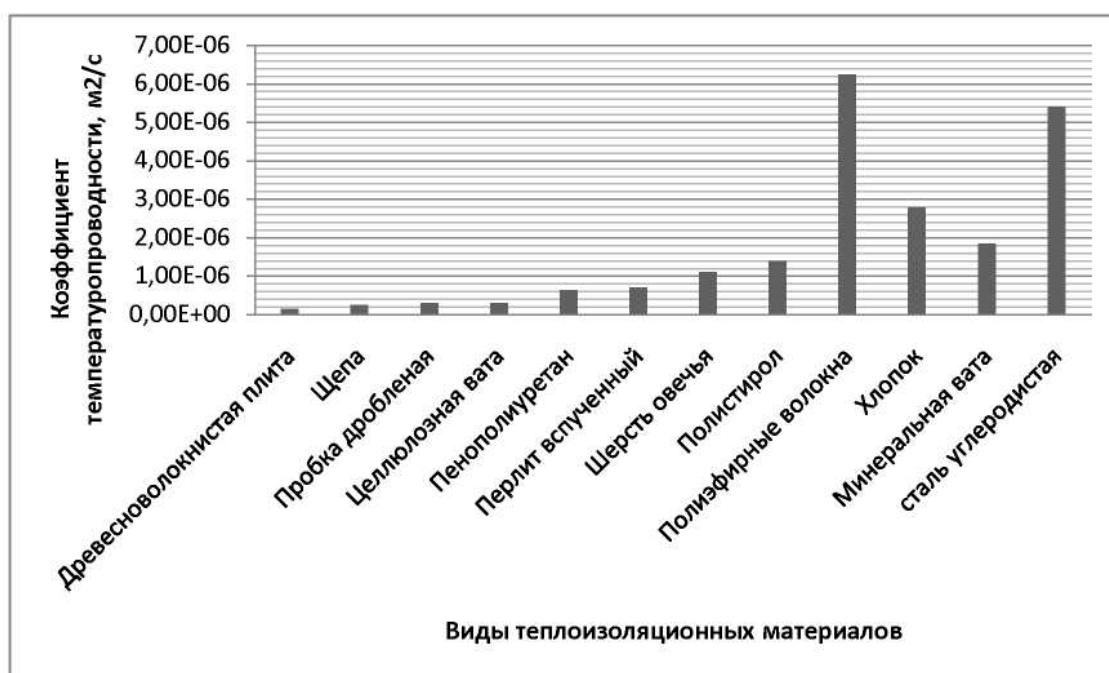
Заметим, что скорость изменения температуры в слое будет тем меньше, чем больше будет постоянная времени процесса  $\tau$ , или чем меньше коэффициент температуропроводности слоя  $a_i$ . Отсюда следует важный вывод о том, что при резкой смене внешних температур на поверхности объекта (стенки) определяющая роль отводится не коэффициенту теплопроводности  $\lambda_i$ , а коэффициенту температуропроводности слоя  $a_i$ , который согласно (2) зависит от коэффициента теплопроводности  $\lambda_i$ , плотности  $\rho_i$  и массовой теплоемкости  $c_i$  слоя.

Ниже в таблице 1 приведены характеристики некоторых видов теплоизоляционных материалов [1].

На рисунке 1 приведены номограммы расчетных значений коэффициента температуропроводности  $\alpha_i$ , рассчитанные с учетом таблицы 1 по выражению (2).

**Таблица 1 – Теплофизические характеристики некоторых видов теплоизоляционных материалов**

Изоляция	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Теплопроводность, Вт/м °С	Теплоемкость, Дж/кг·°С
Древесноволокнистая плита	160	0,04	1800
Щепа	90	0,055	2520
Пробка дробленая	100	0,045	1512
Целлюлозная вата	70	0,045	2160
Целлюлозная вата	55	0,04	2160
Пенополиуретан	30	0,03	1560
Перлит вспученный	90	0,05	800
Шерсть овечья	20	0,04	1800
Полистирол	20	0,04	1440
Полиэфирные волокна	15	0,045	480
Хлопок	25	0,04	576
Минеральная вата	18	0,04	1200
Сталь углеродистая	7800	29,1	690



**Рис. 1. Коэффициент температуропроводности (рассчитано по данным таблицы 1).**

Согласно полученным результатам можно отметить, что из рассмотренных материалов наименьшим коэффициентом температуропроводности обладают материалы на деревянной основе, а из искусственных материалов – пенополиуретан. Следовательно, их наиболее целесообразно включать в теплоизоляционные покрытия для условий резкой смены температуры окружающей среды.

**Заключение.** Снижение потерь теплоты в зданиях, сооружениях и объектах сельскохозяйственного назначения и создание эффективных теплоизолирующих материалов является

актуальной проблемой. При современных технологиях строительства толщина стенки ограждающих конструкций ограничивается экономическими соображениями и использованием специальных искусственных теплоизолирующих материалов, которым присущи свои достоинства и недостатки.

Главной функцией любого утепления служит предотвращение тепловых потерь. Различные виды теплоизоляционных материалов по-разному справляются с этой задачей. Эффективность применения теплоизоляционных материалов определяют их специфические характеристики.

Одним из путей решения этого вопроса является создание недорогих многокомпонентных (многослойных) теплоизоляционных материалов.

В настоящее время на рынок поставляются слоистые теплоизоляционные материалы, так называемые «сэндвичи». Однако оценка эффективности их теплоизоляционных свойств проводится при стационарных условиях с учетом суммарного коэффициента теплопередачи.

Установлено, что скорость изменения температуры в слое будет тем меньше, чем больше будет постоянная времени процесса  $\tau$ , или чем меньше коэффициент температуропроводности слоя  $\alpha_i$ . Отсюда следует, что при резкой смене внешних температур на поверхности объекта (стенки) определяющая роль отводится не коэффициенту теплопроводности  $\lambda_i$ , а коэффициенту температуропроводности слоя  $\alpha_i$ , который зависит от коэффициента теплопроводности  $\lambda_i$ , плотности  $\rho_i$  и массовой теплоемкости  $c_i$  слоя. Согласно полученным результатам, из рассмотренных материалов наименьшим коэффициентом температуропроводности обладают материалы на деревянной основе, а из искусственных материалов – пенополиуретан. Следовательно, их наиболее целесообразно включать в теплоизоляционные покрытия для условий резкой смены температуры окружающей среды.

#### Библиография

1. Горелик П.И., Золотова Ю.С. Современные теплоизоляционные материалы и особенности их применения // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. №3(18). С. 93-103.
2. Ватин Н.И., Немова Д.В., Горшков А.С. Сравнительный анализ потерь тепловой энергии и эксплуатационных затрат на отопление для загородного частного дома при различных минимальных требованиях к уровню тепловой защиты ограждающих конструкций // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2013. № 1 (168). С. 36-39.
3. Гуров А.В., Пономарев С.В. Измерение теплофизических свойств материалов методом плоского «мгновенного» источника теплоты: монография / под науч. ред. С.В. Пономарева. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ». 2013. 100 с.
4. Карташов Э.М. Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел / Учеб. Пособие.- Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Высшая школа, 2001. 550 с.: ISBN 5-06-004091-7.
5. Вендин С.В. К расчету нестационарной теплопроводности в многослойных объектах при граничных условиях третьего рода // ИФЖ, 1993. Т.65. №2. С. 249-251.
6. Vendin S.V. Calculation of nonstationary heat conduction in multilayer objects with boundary conditions of the third kind/ S.V. Vendin / Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 1993. V. 65. No 2. С. 823.
7. Вендин С.В., Щербинин И.А. К решению задач нестационарной теплопроводности в слоистых средах // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. №3. С. 96-99.
8. Vendin S. On the Solution of Problems of Transient Heat Conduction in Layered Media // International Journal of Environmental and Science Education. 2016. V. 11. No 18. Pp.12253-12258.

#### References

1. Gorelik P.I., Zolotova Y.S. Sovremennye teploizolyacionnye materialy i osobennosti ih primeneniya [Modern thermal insulation materials and features of their application] // Construction of unique buildings and structures. 2014. №3(18). Pp. 93-103.
2. Vatin N.I., Nemova D.V., Gorshkov A.S. Sravnitel'nyj analiz poter' teplovoj energii i ekspluatacionnyh zatrat na otoplenie dlya zagorodnogo chastnogo doma pri razlichnyh minimal'nyh trebovaniyah k urovnyu teplovoj zashchity ograzhdayushchih konstrukcij [Comparative analysis of heat energy losses and operating costs for heating for a country private house with different minimum requirements for the level of thermal protection of enclosing structures] // Building materials, equipment, technologies of the XXI century. 2013. № 1 (168). Pp. 36-39.
3. Gurov A.V., Ponomarev S.V. Izmerenie teplofizicheskikh svojstv materialov metodom ploskogo «mgnovennogo» istochnika teploty: monografiya [Measurement of thermophysical properties of materials by the method of flat «instantaneous» heat source: monograph] / pod nauch. Ed. Tambov: Publishing house FGBOU VPO «TSTU». 2013. 100 p.

4. Kartashov E. M. Analiticheskie metody v teorii teploprovodnosti tverdyh tel [Analytical methods in the theory of thermal conductivity of solids] / Studies'. Benefit. Ed. 3rd, pererab. I DOP. M.: High school, 2001. 550 p.: ISBN 5-06-004091-7.
5. Vendin S.V. K raschetu nestacionarnoj teploprovodnosti v mnogoslojnyh ob"ektah pri granichnyh usloviyah tret'ego roda [On the calculation of unsteady thermal conductivity in multilayer objects under boundary conditions of the third kind] // IFZh, 1993. T. 65. No. 2. Pp. 249-251.
6. Vendin S.V. Calculation of nonstationary heat conduction in multilayer objects with boundary conditions of the third kind/ S.V. Vendin / Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 1993. T. 65. № 2. P. 823.
7. Vendin S.V., Shcherbinin I.A. K resheniyu zadach nestacionarnoj teploprovodnosti v sloistykh sredah [To the solution of problems of unsteady thermal conductivity in layered media] // Bulletin of Belgorod state technological University. V. G. Shukhov. 2016. No. 3. Pp. 96-99.
8. Vendin S. On the Solution of Problems of Transient Heat Conduction in Layered Media // International Journal of Environmental and Science Education. 2016. V. 11. N. 18. Pp.12253-12258.

#### **Сведения об авторах**

Вендин Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +7 (4722) 39-11-36, e-mail: [sip:vendin\\_sv@bsaa.edu.ru](mailto:sip:vendin_sv@bsaa.edu.ru)

Ульянцев Юрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +7 (4722) 39-14-20

#### **Information about authors**

Vendin Sergey Vladimirovich, doctor of technical Sciences, Professor, head of chair of electrical equipment and electrical technologies in agriculture, doctor of Belgorod state agricultural UNIVERSITY, Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod oblast, Russia, 308503, phone: +7 (4722) 39-11-36, e-mail: [sip:vendin\\_sv@bsaa.edu.ru](mailto:sip:vendin_sv@bsaa.edu.ru)

Ulyantsev Yuri Nikolaevich, candidate of technical Sciences, associate Professor of electrical and Electrotechnology in agriculture, doctor of Belgorod state agricultural UNIVERSITY, Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod oblast, Russia, 308503, phone: +7 (4722) 39-14-20

УДК 631.361.022.003.13

**С.Ф. Вольвак**

## **К ВЫБОРУ КОНСТРУКЦИИ ГРАНУЛЯТОРА КОМБИКОРМОВ ДЛЯ КРОЛИКОВ**

**Аннотация.** В современных условиях полнорационный гранулированный комбикорм является основным видом питания для кроликов. При этом в состав полнорационных гранул должна входить витаминно-травяная мука и значительно возрастает важность подбора оптимального состава и качества комбикорма, что предопределяет повышение продуктивности и эффективности содержания кроликов. Высокая цена на готовый продукт приводит к самостоятельному приготовлению гранулированного комбикорма в хозяйствах с использованием собственного сырья, что способствует снижению затрат на организацию кормления кроликов. Но для этого необходимо специальное оборудование для производства полноценного и сбалансированного корма, от качества которого зависит иммунитет и развитие животных. Гранулированный комбикорм является идеальным кормом для кроликов и зимой и летом. В настоящее время для приготовления комбикормов наибольшее распространение получили катковые грануляторы с кольцевой или плоской матрицей и шнековые грануляторы с плоской матрицей. При этом самостоятельно изготовить гранулятор в условиях личного подсобного или фермерского хозяйства достаточно сложно. Поэтому для этих целей наряду с шнековыми грануляторами подходят катковые грануляторы с плоской матрицей, которые достаточно просты по конструкции и дешевы в изготовлении, что подтверждается проведенным технико-экономическим анализом по методу Парето.

**Ключевые слова:** кролики, кормление, гранулы, конструкция, гранулятор, метод Парето.

### **TO THE CHOICE OF A DESIGN OF THE GRANULATOR OF MIXED FODDER FOR RABBITS**

**Abstract.** In modern conditions, full-grain granular feed is the main type of food for rabbits. At the same time, the composition of complete granules should include vitamin-herbal flour and significantly increases the importance of selecting the optimal composition and quality of feed, which determines the increase in productivity and efficiency of keeping rabbits. The high price of the finished product leads to self-preparation of granular feed in farms using their own raw materials, which helps to reduce the cost of organizing feeding rabbits. But this requires special equipment for the production of complete and balanced feed, the quality of which depends on the immunity and development of animals. Granular feed is the perfect feed for rabbits in both winter and summer. At the present time for the preparation of mixed fodders the most widely roller pellet mills with an annular or flat die, and screw pellet mills with flat die. At the same time, it is quite difficult to make a granulator independently in the conditions of a personal subsidiary or farm. Therefore, for these purposes, along with screw granulators, roller granulators with a flat matrix are suitable, which are quite simple in design and cheap to manufacture, this is confirmed by the conducted technical and economic analysis by the Pareto method.

**Keywords:** rabbits, feeding, granule, design, granulator, the Pareto method.

**Введение.** Современное мясное кролиководство немыслимо без использования кормов в виде специальных гранул. Гранулированный корм позволяет обеспечить кроликов всеми необходимыми питательными веществами, витаминами и микроэлементами. Для животных в разные периоды жизни (сукрольность, откорм, состояние покоя) существуют свои составы кормовых смесей [1], скармливаемых в гранулированном виде. Поэтому разработка систем гранулирования кормов для мясного кролиководства весьма перспективная задача, соответствующая Федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства РФ на 2017-2025 гг., утверждённой постановлением Правительства РФ от 25.08.2017 г. № 996 по направлению: «Создание и внедрение современных технологий производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия».

В рамках данной публикации рассмотрены особенности научно обоснованного выбора конструкции гранулятора комбикормов, в том числе на основе травяной муки для кормления кроликов.

Ранее на основании анализа различных конструктивных схем катково-матричных и шнеково-матричных грануляторов была предложена рациональная для фермеров конструкция и разработан комплект конструкторской документации для изготовления шнекового гранулятора комбикормов для кроликов [2–4].

**Объект и методы исследований.** Объектом исследования является технологический процесс получения кормовых гранул для кроликов на основе травяной муки. В исследованиях применялись методы системного анализа, расчёта и проектирования кормоприготовительных машин.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Процесс уплотнения сжатием в закрытой камере в технике принято называть прессованием. При прессовании комбикормов или травяной муки получают гранулы плотностью до  $1300 \text{ кг/м}^3$ .

Способы прессования различают в зависимости от значений приложенного давления: 1) прессование без связывающих добавок при малом давлении ( $15 \dots 20 \text{ МПа}$ ); 2) прессование без связывающих добавок при высоком давлении ( $30 \dots 35 \text{ МПа}$ ); 3) прессование с присадкой связующих веществ при малом давлении ( $5 \dots 10 \text{ МПа}$ ) [5].

Анализ конструкций рабочих органов прессующих машин позволяет разделить их на несколько основных групп: транспортёрные, шнековые (в т.ч. экструдеры), вальцовые, матричные или кольцевые. Для брикетирования и гранулирования наиболее широко используются матричные (кольцевые) прессы.

Далее представлен анализ конструкций прессов для гранулирования кормов по литературным источникам [5–7]. Прессы для гранулирования кормов классифицируются по принципу прессования на прессы с закрытой и открытой камерами, в которых противодействие создаётся, соответственно, глухой стенкой и силой трения о боковую стенку камеры; по типу рабочих органов, создающих усилие прессования, – на прессы формирующие, вальцовые, шестерёнчатые, шнековые и другие [5–7].

В формирующих прессах образование гранул происходит при прохождении продукта между вращающимися навстречу друг другу ячеистыми вальцами (рисунок 1) [5–7].

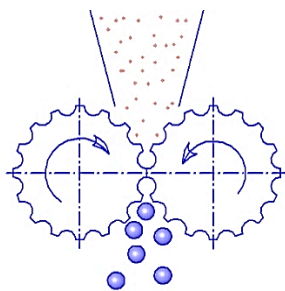


Рис. 1. Общий вид формирующего гранулятора

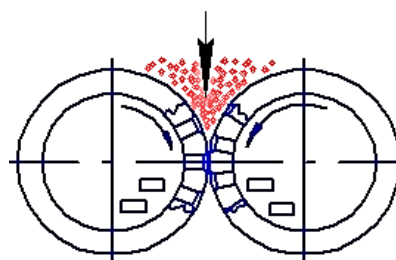


Рис. 2. Вальцовый гранулятор с кольцевой матрицей и внутренней эвакуацией материала

Вследствие кратковременного усилия гранулы получаются непрочными. К недостаткам таких прессов относится также низкая производительность и большая энергоёмкость. Поэтому такие прессы нашли лишь ограниченное применение [5–7].

В прессах вальцовых с кольцевой матрицей (рисунки 2 и 3) образование гранул происходит при прохождении продукта между двумя вращающимися навстречу друг другу вальцами с отверстиями [5–7]. Материал продавливается во внутреннюю часть вальцов. Их недостатки: металлоёмкость, высокие энергозатраты. В вальцовых грануляторах с кольцевой матрицей и эксцентричным расположением вальца (рисунок 4) материал подаётся между вальцами и продавливается. Существуют грануляторы как с активным внутренним валом, для повышения производительности, так и пассивным валом.

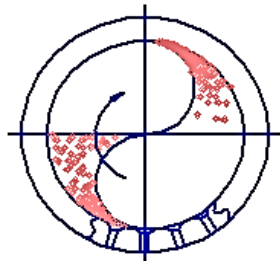


Рис. 3. Вальцовый гранулятор с кольцевой матрицей для мягких и пластичных материалов

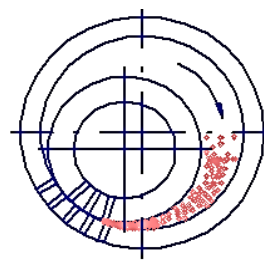


Рис. 4. Вальцовый гранулятор с кольцевой матрицей и эксцентричным расположением вальца

Рабочим органом шестерёнчатых прессов (рисунок 5) служит пара зубчатых колёс, находящихся в зацеплении, вращающихся навстречу друг другу. У основания зубьев имеются сквозные радиальные отверстия, через которые продавливается прессуемый материал. Выходящие из отверстий гранулы срезаются неподвижными ножами. Диаметр гранул 10...13,5 мм [5–7].

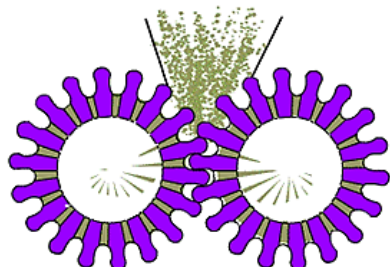


Рис.5. Шестерёнчатые прессы

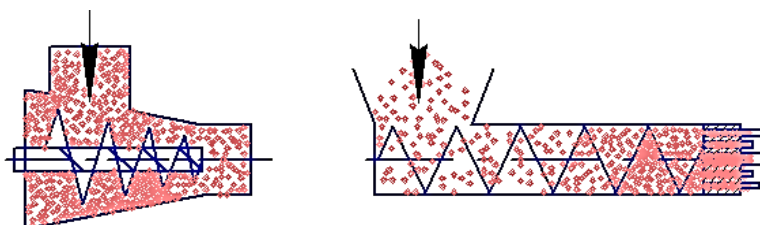


Рис. 6. Шнековые грануляторы

Шнековые грануляторы (рисунок 6) могут быть цилиндрическими и коническими, одно- и двухшнековыми, с горизонтальным и вертикальным расположением шнеков. В любом из них сырьё захватывается шнеком, перемешивается, нагнетается к матрице и продавливается через отверстия соответствующего диаметра. Выходящие из матрицы гранулы срезаются вращающимися ножами. В конических шнеках масса предварительно подпрессовывается. Матрицы могут быть плоские, сферические и сегментные. Шнековые прессы применяют главным образом для гранулирования влажного исходного сырья (влажный способ) [5–7].

В прессах с кольцевой горизонтальной или вертикальной вращающейся матрицей (рисунок 7) через формирующие отверстия материал продавливается прессующими вальцами активными или пассивными [5–7].

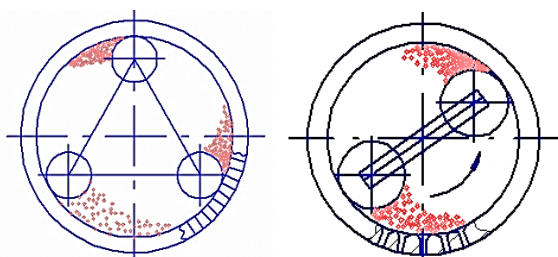


Рис. 7. Грануляторы с кольцевой горизонтальной или вертикальной вращающейся матрицей

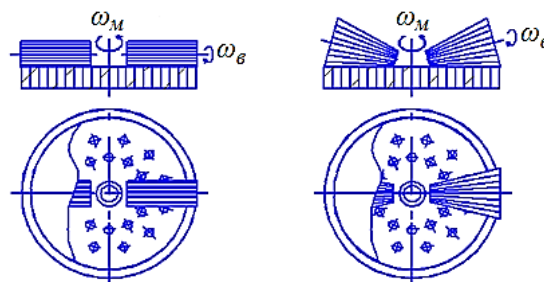


Рис. 8. Грануляторы с плоской горизонтальной вращающейся матрицей

Главной особенностью такого рабочего органа является равенство окружных скоростей по линии контакта матрицы и вальца, поэтому трение между ними отсутствует и вся энергия тратится на прессование. По такому принципу работают наиболее распространенные прессы: ДГ; ОГМ-0,8; ОГМ-1,5; Бб-ДГЛ; «Сайзер», «Орбит» [5–7].

Прессы с вертикальной кольцевой матрицей (ДГ) гранулируют комбикорма сухим способом. Их преимущества: возможность быстрой и легкой замены матриц и вальцов при переходе с одного диаметра гранул на другой. Комплектуется семью матрицами с различными отверстиями (3–19 мм). Производительность гранулятора 8...10 т/ч, мощность 78 кВт, расход пара 500...600 кг/ч [5–7].

В прессах с плоской горизонтальной вращающейся матрицей (рисунок 8) материал продавливается через отверстия матрицы прессующими вальцами и формируется в гранулы. Вальцы могут быть коническими и цилиндрическими, с активным и пассивным приводом. В прессах с цилиндрическими вальцами из-за разности окружных скоростей неравномерно изнашиваются матрицы и вальцы. Недостатки: при определённой окружной скорости относительная нагрузка под действием центробежных сил к периферии матрицы и, как следствие, неравномерная нагрузка на её рабочую поверхность [5–7].

На основании проведенного анализа существующих принципиальных схем для гранулирования сыпучих материалов можно сделать выводы, что скармливание комбикормов в виде гранул имеет ряд преимуществ перед их скармливанием в рассыпном виде, но при этом широкое применение и использование гранулированного комбикорма, особенно приготовленного на основе травяной муки, ограничивается сравнительной новизной этого способа. В настоящее время существует большое количество различных типов грануляторов сыпучих материалов, но возможность их применения для гранулирования комбикормов, в том числе с содержанием травяной муки для кормления кроликов, требует внимательного изучения.

В связи с этим для теоретического обоснования конструкции и параметров, а также для определения и выбора наиболее перспективного вида конструкции целесообразно провести технико-экономический анализ существующих грануляторов сыпучих материалов по методу Парето [8–10]. Сущность метода Парето заключается в выявлении вариантов, которые по принятым критериям номинальной мощности гранулятора ( $N$ , кВт) и годовых эксплуатационных издержек ( $I$ , руб./год) доминируют над другими, а также вариантов, над которыми нет доминирования.

Исходные данные для определения Парето-оптимальных вариантов приведены в таблице 1, а реализация вариантов в пространстве – на рисунке 9.

**Таблица 1 – Исходные данные для сравнения грануляторов**

№	Варианты грануляторов	$(1/N) \cdot 10^{-4}$ , 1/Вт	$(1/I) \cdot 10^{-4}$ , 1/руб.
1	ОГМ-1,5А (с кольцевой матрицей)	0,13	0,08
2	ОГМ-6 (с кольцевой матрицей)	0,11	0,10
3	Z200 (с плоской матрицей)	1,33	0,37
4	Z230 (с плоской матрицей)	0,91	0,40
5	Z260 (с плоской матрицей)	0,67	0,38
6	Z300 (с плоской матрицей)	0,45	0,39
7	ДГ-1 (с кольцевой матрицей)	0,54	0,27
8	ДГ-3 (с кольцевой матрицей)	0,27	0,14
9	ДГ-5 (с кольцевой матрицей)	0,13	0,08
10	ДГ-7 (с кольцевой матрицей)	0,11	0,08
11	ДГ-10 (с кольцевой матрицей)	0,08	0,04
12	ДГ-20 (с кольцевой матрицей)	0,06	0,04
13	ПГМ-05Б (с плоской матрицей)	1,33	0,47
14	ТОПГРАН 32 (с кольцевой матрицей)	0,27	0,19
15	ТОПГРАН 35 (с кольцевой матрицей)	0,18	0,13
16	ТОПГРАН 40 (с кольцевой матрицей)	0,11	0,08
17	ZLSP-200В (с плоской матрицей)	1,33	0,56
18	ZLSP-230 (с плоской матрицей)	0,91	0,43
19	ZLSP-260 (с плоской матрицей)	0,67	0,38
20	ZLSP-300С (с плоской матрицей)	0,45	0,33
21	ZLSP-400С (с плоской матрицей)	0,33	0,26
22	Гранулятор для комбикорма (шнековый) 50 кг/ч	2,50	0,32
23	Гранулятор для комбикорма (шнековый) 250 кг/ч	0,54	0,58
24	Гранулятор для комбикорма (шнековый) 700 кг/ч	0,45	0,52
25	Гранулятор для комбикорма (шнековый) 1500 кг/ч	0,36	0,23

Результаты проведенного анализа различных вариантов грануляторов сыпучих материалов по методу Парето (см. рисунок 9) позволил выйти на эффективную границу: объединяющую варианты, которые доминируют над другими вариантами или над которыми никто не доминирует. Варианты, которые лежат на эффективной границе 22, 17, 23, 24 – Парето-оптимальные. Уменьшить число вариантов грануляторов можно введением ограничений, например, на предельно допустимую мощность 9 кВт и годовые эксплуатационные издержки не более 30000 руб./год. Варианты № 22–24 в данном случае представляют шнековые грануляторы, а вариант № 17 – гранулятор с плоской матрицей.



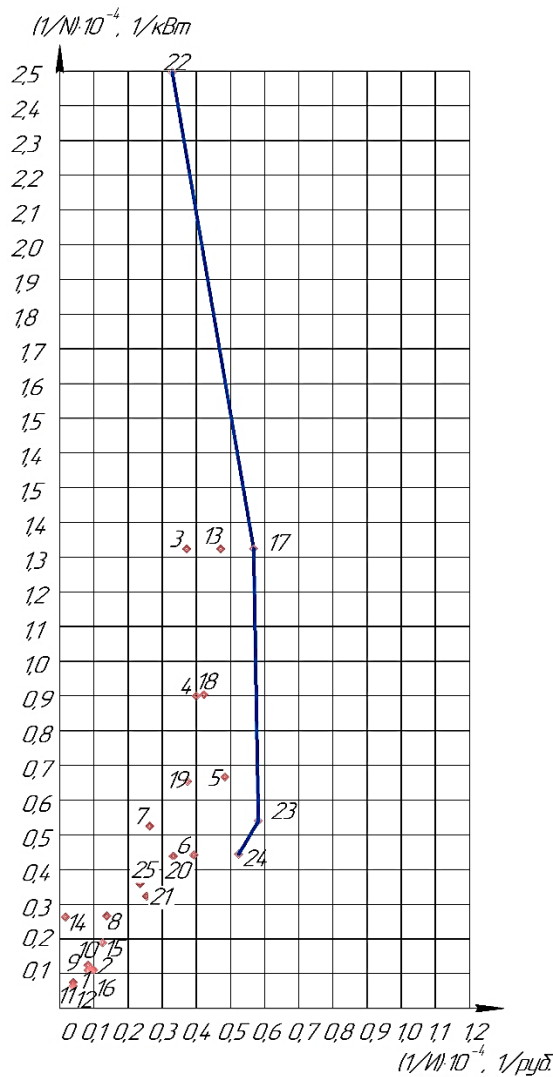
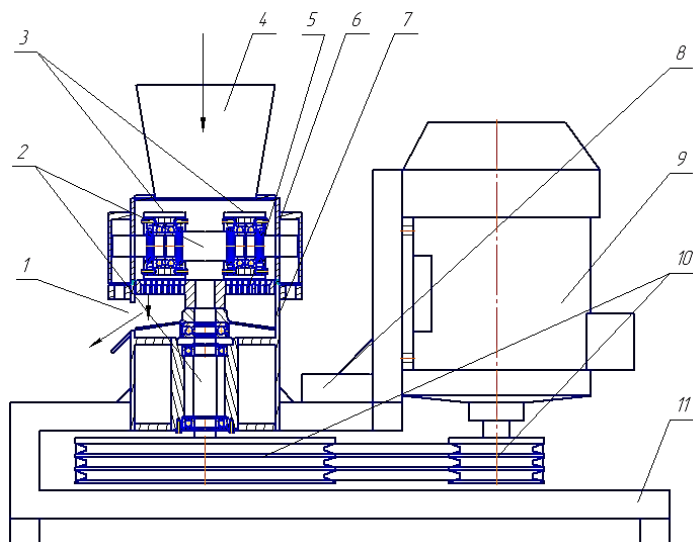


Рис. 9. Эффективная граница множества Парето для анализируемых грануляторов

Опираясь на существующие модели грануляторов комбикормов, степень сложности их изготовления и данные технико-экономического анализа по методу Парето, можно сделать вывод, что наиболее рациональными для применения наряду со шнековыми являются катковые грануляторы с плоской вращающейся матрицей. При этом известно, что прессы с плоской матрицей обладают простотой конструкции, удобством эксплуатации и обслуживания, длительным сроком непрерывной эксплуатации и относительной простотой в производстве матриц.

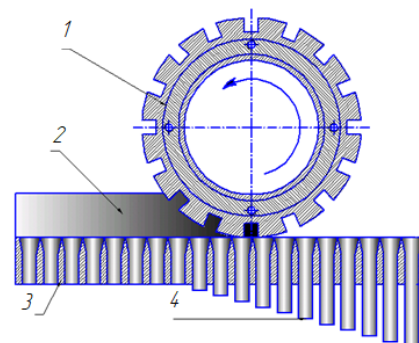
Поэтому к дальнейшему рассмотрению примем вариант № 17 – гранулятор с плоской матрицей (рисунок 10).

Основным рабочим органом гранулятора является вращающаяся плоская матрица и два прессующих ролика (вальца). Матрица представляет собой толстостенный диск, в котором выполнены отверстия, представляющие собой каналы круглого сечения. Матрица имеет диаметр 196 мм и частоту вращения 322 об/мин. Между наружной поверхностью матрицы и прессующими роликами образуются клиновидные зазоры. В эти зазоры поступает кормовая смесь, в результате вращения матрицы и трения кормовой смеси начинают вращаться прессующие ролики. Для повышения коэффициента трения между кормовой смесью и роликом, на поверхности ролика выполнена продольная нарезка. Кормовая смесь продавливается через отверстия матрицы, предварительно уплотняясь в клиновидном зазоре. По мере движения продукта в зазоре, повышается давление, и когда напряжения сжатия превысят сопротивление кормовой смеси, ранее запрессованной в каналах матрицы, очередная порция сырья начинает продавливаться в каналы. Проходя через каналы, масса приобретает размеры и форму, соответствующую размерам и форме каналов.



1 – выгрузное отверстие; 2 – валы; 3 – ролики; 4 – загрузочный бункер; 5 – плоская матрица; 6 – фиксирующий механизм вала валов; 7 – корпус гранулятора; 8 – натяжное устройство электродвигателя; 9 – электродвигатель; 10 – шкивы; 11 – рама

**Рис. 10. Схема гранулятора комбикормов**



1 – ролик (валец); 2 – материал; 3 – матрица; 4 – гранулы

**Рис. 11. Схема продавливания материала через каналы матрицы**

Установка работает следующим образом: в загрузочный бункер 4 засыпается измельчённая кормовая смесь, под силой тяжести она попадает на вращающуюся плоскую матрицу 5 и под ролики 3, которые закреплены неподвижно в корпусе гранулятора 7. За счёт того, что зазор между роликами 3 и плоской матрицей 5 постоянный, материал заклинивается и продавливается через формирующие отверстия в матрице. Матрица приводится в движение за счет клиноременной передачи от электродвигателя 9.

Для определения значений основных параметров гранулятора: производительности и мощности, затрачиваемой на гранулирование комбикормов, представим графически процесс продавливания материала через каналы матрицы (рисунок 11).

Используя известные выражения [7, 11 – 13], производительность гранулятора с вращающейся плоской матрицей можно приблизительно рассчитать по формуле:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \Delta l \cdot \rho \cdot z_v \cdot z_o \cdot n \cdot \beta \cdot K_u, \quad (1)$$

где  $Q$  – производительность гранулятора, кг/с;

$d$  – диаметр гранулы, м;

$\Delta l$  – толщина запрессованного в отверстие матрицы слоя материала за один проход ролика, обычно  $\Delta l = (4 - 6) \cdot 10^{-4}$  м;

$\rho$  – плотность гранул, кг/м<sup>3</sup>;

$z_v$  – число прессующих валцов (роликов), шт.;

$z_o$  – число отверстий в матрице, шт.;

$n$  – частота вращения матрицы, с<sup>-1</sup>;

$\beta$  – коэффициент буксования,  $\beta = 0,80 - 0,95$ ;

$K_u$  – коэффициент использования площади живого сечения матрицы,  $K_u = 0,6 - 0,9$ .

При этом минимальная частота вращения матрицы обусловлена условиями захвата материала и бесперебойной подачи его к рабочим органам, а максимальная ограничивается прочностью горячих монолитов, выходящих из канала [6].

Подставляя в выражение (1) рациональные значения параметров, получим:

$$Q = \frac{3,14 \cdot 0,005^2}{4} \cdot 0,0005 \cdot 1300 \cdot 2 \cdot 389 \cdot 5,37 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 0,0456 \text{ кг/с или } 164,2 \text{ кг/ч.}$$

Мощность привода гранулятора можно приблизительно определить через удельную энергоёмкость процесса [13]:

$$N_{np} = Q \cdot q, \quad (2)$$

где  $N_{np}$  – мощность привода гранулятора, кВт;  
 $q$  – удельная энергоёмкость процесса, кДж/кг.

По экспериментальным данным удельная энергоёмкость процесса зависит от вида и состава кормовых смесей и заданного размера гранул. Она находится в пределах  $q = 60...120$  кДж/кг [13].

Подставляя в выражение (2) значения параметров, получим:

$$N_{np} = 0,0456 \cdot 70 = 3,19 \text{ кВт.}$$

Предлагаемый гранулятор комбикормов обеспечит изготовление гранул диаметром 5,0 мм с производительностью 164,2 кг/ч при затрачиваемой мощности на привод 3,19 кВт.

### Выводы

1. В результате анализа существующих средств для гранулирования сыпучих материалов по методу Парето были выбраны по критериям номинальной мощности и годовых эксплуатационных издержек шнековые грануляторы и гранулятор с плоской матрицей и цилиндрическими катками.

2. Для предлагаемого гранулятора комбикормов с вращающейся плоской матрицей и цилиндрическими катками получены расчётные значения производительности 164,2 кг/ч и затрачиваемой на привод мощность 3,19 кВт при изготовлении гранул диаметром 5,0 мм.

3. В дальнейшем необходимо провести экспериментально-теоретические исследования параметров и режимов работы предлагаемой конструкции гранулятора комбикормов.

### Библиография

1. Лучший состав комбикорма для кроликов. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://fermagood.ru/zhivotnovodstvo/kroliki/kombikorm>.
2. Патент на полезную модель № 192090 U1 RU. МПК А23N 17/00 (2006.01) Гранулирующий шнековый пресс для кормовых смесей с травяной мукой / С.Ф. Вольвак, Д.Н. Бахарев, А.А. Добрицкий. Патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. № 2019121416; Заяв. 05.07.2019; Опубл. 03.09.2019; Бюл. № 25. 7 с. : ил.
3. Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Добрицкий А.А. Разработка конструкции шнекового гранулятора кормовых смесей на основе травяной муки для кормления кроликов // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 1 (21). С. 30-38.
4. Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н., Добрицкий А.А. Технологические основы приготовления гранулированных комбикормов для кроликов // Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее» (28-29 мая 2019 года): в 2 т. Том 1. п. Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. С. 78-80.
5. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / Ленинград: Колос, 1978. 560 с.
6. Завражнов А.И., Николаев Д.И. Механизация приготовления и хранения кормов. М.: Агропромиздат, 1990. 336 с.
7. Механизация гранулирования и брикетирования кормов. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://pandia.ru/text/78/355/1025.php>.
8. Вольвак С.Ф. Методические указания для проведения практических занятий и самостоятельной подготовки по дисциплине «Обоснование инженерных решений». Луганск: Издательство ЛНАУ, 2006. 29 с.
9. Нагірний Ю.П., Бендера І.М., Вольвак С.Ф. Аналіз технологічних систем і обґрунтування рішень: підруч. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2013. 264 с.
10. Нагірний Ю.П., Бендера І.М., Вольвак С.Ф., Грубий В.П., Бахарев Д.М. Аналіз технологічних систем і обґрунтування рішень. Практикум : навч. посіб. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2013. 240 с.
11. Осокин А.В., Гиенко Е.А., Лагутин И.И. Обзор существующих методик расчёта основных параметров грануляционного оборудования // Молодой ученый. 2016. №3. С. 179-185. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/107/25529/>.
12. Машини та обладнання для тваринництва / За редакцією І.Г. Бойко. Харків, 2006. 225 с.
13. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва / За редакцією О.П. Скорика, О.І. Фісяченко. Харків, 2004. 256 с.

### References

1. Luchshij sostav kombikorma dlya krolikov [The best compound feed for rabbits] Electronic resource. Access mode: <https://fermagood.ru/zhivotnovodstvo/kroliki/kombikorm>.
2. The patent for useful model No. 192090 U1 RU. МПК А23N 17/00 (2006.01) Granuliruyushchij shnekovoy press dlya kormovyh smesey s travyanoy mukoj [Granulating screw press for feed mixtures with grass flour] / S.F. Volvak, D.N. Bakharev, A.A. Dobritsky. The patent owner Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

«Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin». No. 2019121416; Decl. 05.07.2019; Publ. 03.09.2019; Bul. No. 25. 7 p.: il.

3. Volvak S.F., Bakharev D.N., Dobritsky A.A. Razrabotka konstrukcii shnekovogo granulyatora kormovyh smesey na osnove travyanoj muki dlya kormleniya krolikov [The design of the screw granulator feed mixtures based on grass flour for feeding rabbits] // Innovations in agriculture: problems and prospects. 2019. No. 1 (21). Pp. 30-38.

4. Volvak S.F., Bakharev D.N., Dobritsky A.A. Tekhnologicheskie osnovy prigotovleniya granulirovannyh kombikormov dlya krolikov [Technological bases of preparation of granulated feed for rabbits] // Proceedings of the XXIII international scientific and production conference "Innovative solutions in agricultural science - a look into the future" (28-29 may 2019): in 2 vols. Volume 1. p. Maysky: Publishing FSBEI HE Belgorod SAU, 2019. Pp. 78-80.

5. Melnikov S.V. Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya zhivotnovodcheskih ferm [Mechanization and automation of animal farms] / Leningrad: Kolos, 1978. 560 p.

6. Zavrzhnov A.I., Nikolayev D.I. Mekhanizatsiya prigotovleniya i hraneniya kormov [Mechanization of preparation and storage of feed] M.: Agropromizdat, 1990. 336 p.

7. Mekhanizatsiya granulirovaniya i briketirovaniya kormov [Mechanization of feed granulation and briquetting] Electronic resource. Access mode: <https://pandia.ru/text/78/355/1025.php>.

8. Volvak S.F. Metodicheskie ukazaniya dlya provedeniya prakticheskikh zanyatij i samostoyatel'noj podgotovki po discipline «Obosnovanie inzhenernyh reshenij» [Methodical instructions for practical training and independent training on the discipline "Justification of engineering solutions"] Lugansk: Publishing LNAU, 2006. 29 p.

9. Nagirny Yu.P., Bendera I.M., Volvak S.F. Analiz tekhnologichnih sistem i obruntuvannya rishen': pidruch. [Analysis of technological systems and justification of solutions: textbook] Kamenets-Podolsky: FOP Sisin O.V., 2013. 264 p.

10. Nagirny Yu.P., Bendera I.M., Volvak S.F., Gruby V.P., Bakharev D.N. Analiz tekhnologichnih sistem i obruntuvannya rishen'. Praktikum : navch. posib. [Analysis of technological systems and justification of solutions. Practical work : study guide] Kamenets-Podolsky: FOP Sisin O.V., 2013. 240 p.

11. Osokin A.V., Gienko E.A., Lagutin I.I. Obzor sushchestvuyushchih metodik raschyota osnovnyh parametrov granulyacionnogo oborudovaniya [Review of existing methods of calculation of basic parameters of granulation equipment] // Young scientist. 2016. No. 3. Pp. 179-185. Electronic resource. Access mode: <https://moluch.ru/archive/107/25529/>

12. Mashini ta obladnannya dlya tvarinnictva [Machinery and equipment for animal husbandry] / Edited by I.G. Boyko. Kharkiv, 2006. 225 p.

13. Praktikum po mashinah i obladnannyyu dlya tvarinnictva [Practical work on machinery and equipment for animal husbandry] / Edited by O.P. Skoryk, O.I. Fisjachenko. Kharkiv, 2004. 256 p.

#### Сведения об авторах

Вольвак Сергей Федорович, кандидат технических наук, профессор кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 39-12-80, e-mail: volvak.s@yandex.ru.

#### Information about authors

Volvak Sergey F., candidate of technical sciences, professor of the department of electrical equipment and electrical technologies in the agro-industrial complex Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, telephone +7 4722 39-12-80, e-mail: volvak.s@yandex.ru.

УДК 631.363.21:621.926.2

*В.В. Воронин, А.В. Акименко, И.В. Коношин, О.А. Чехунов, Н.А. Воронина*

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИГЛООБРАЗНЫХ РАБОЧИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ДРОБИЛКАХ РЕШЕТНОГО И БЕЗРЕШЕТНОГО ТИПА

**Аннотация.** В данной статье приведены сравнительные исследования по применению иглообразного рабочего органа в решетной и многогранной безрешетной дробилках. Выявлена возможность снижения энергоемкости процесса измельчения фуражного зерна с учетом качества готового продукта в молотковой многогранной дробилке безрешетного типа за счет использования в рабочей камере иглообразных ударных элементов. Проведены теоретические исследования относительно плотности расположения иглообразных элементов на роторе дробилки. Для выявления закономерностей влияния иглообразных рабочих элементов на качественные и энергетические показатели процесса дробления фуражного зерна в безрешетной многогранной дробилке, был изготовлен ротор и проведены его экспериментальные исследования. В процессе исследований по стандартной методике замерялись энергетические показатели, определялась производительность дробилки, модуль помола и качественный состав готового продукта. По результатам исследований построены опытные зависимости, которые позволили выявить следующие конструктивные и технологические параметры дробилки: оптимальное число ударных элементов, размещенных на роторе; окружную скорость рабочих органов; удельный расход электроэнергии; гранулометрический состав продукта при различном модуле помола, наличие пылевидной фракции ( $< 0,2$  мм), а также количество крупной фракции ( $> 2$  мм). Полученные результаты экспериментальных исследований подтвердили целесообразность применения иглообразного рабочего элемента в безрешетной дробилке многогранного типа.

**Ключевые слова:** измельчение, фуражное зерно, молотковая дробилка, иглообразный рабочий элемент.

### THEORETICAL AND EXPERIMENTAL SUBSTANTIATION OF EFFICIENCY OF APPLICATION OF NEEDLE-SHAPED WORKING ELEMENTS IN CRUSHERS OF THE SIEVE AND SIEVE-FREE TYPE

**Abstract.** The article provides comparative studies about the use of a needle-shaped working body in a sieve and sieve-free crusher of a multifaceted design. The possibility of reducing the energy intensity regarding the process of grinding feed grain is revealed, taking into account the quality of the end product in a hammer-type multifaceted crusher of a sieve-free type by using the needle-shaped strike elements in a working chamber. Theoretical researches concerning density of an arrangement of needle-like elements on a rotor of a crusher are carried out. To identify the influence patterns of the needle-shaped working elements on the quality and energy indicators of the working process in crushing feed grain performed by a sieve-free multifaceted type crusher, a rotor was produced and tested experimentally. In the research the energy indicators were measured by the standard method, crusher performance was determined, and a grinding module and the qualitative composition of the crushed product were defined. Based on the research results, the experimental dependencies were built, which allowed to identify the following structural and technological parameters of the crusher: the optimal quantity of strike elements placed on the rotor; peripheral speed of the working bodies; specific energy consumption; the composition of the particle-size product with a different grinding module, the presence of pulverulent fractions ( $< 0.2$  mm), as well as the amount of coarse fraction ( $> 2$  mm). The experimental results have confirmed the feasibility of using the needle-shaped working element in a sieve-free crusher of a multifaceted type.

**Keywords:** grinding, feed grain, hammer crusher, needle-shaped working element.

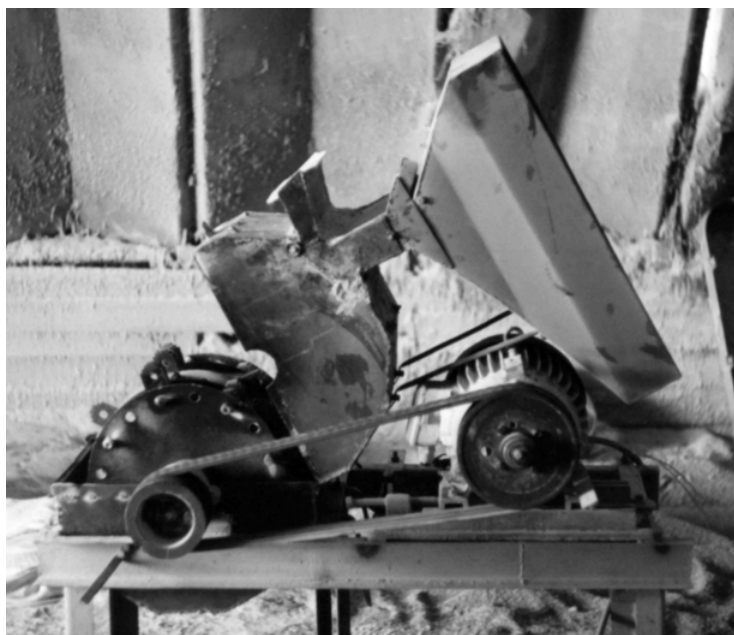
В кормопроизводстве для измельчения концентрированных кормов в основном используются простые по конструкции и надежные в работе молотковые дробилки, которые подразделяются на решетные и безрешетные.

Активным рабочим органом в этих устройствах является, как правило, пластинчатый молоток.

Недостатком молотковых дробилок является значительный удельный расход энергии и неоднородность гранулометрического состава готового продукта. Причина этому – большая масса пластинчатых молотков и их неравномерное пакетное размещение на роторе. Вышеуказанные особенности приводят к излишним затратам энергии на холостое перемещение измельчаемого материала в рабочей камере дробилки, а также к образованию недоизмельченных и переизмельченных частиц. Поэтому, совершенствование процесса измельчения зерна молотковыми дробилками является актуальной задачей, и основную роль в этом играет снижение непроизводительных затрат энергии и повышение качества помола.

На рисунке 1 представлен общий вид безрешетной дробилки, ротор которой укомплектован пластинчатыми молотками, а на рисунке 2 – общий вид ротора решетной молотковой дробилки с пластинчатыми молотками. По конструктивному исполнению они, как правило, аналогичны друг другу.

Количество пакетов молотков варьируется обычно от четырех до восьми. Общее число молотков редко превышает 100-130 шт. Такое конструктивное исполнение приводит к неравномерному распределению воздушно-продуктового слоя по периферии рабочей камеры. Максимальное скопление частиц наблюдается перед пакетами пластинчатых молотков, что приводит к повышенному трению частиц и образованию пылевидной фракции. Кроме того, они маловыгодны с точки зрения использования металла, т.к. в процессе износа теряют лишь малую часть собственной массы, и, когда молоток уже не подлежит дальнейшей эксплуатации, большая его часть остается неиспользованной.



**Рис. 1. Общий вид безрешетной дробилки с ротором, укомплектованным пластинчатыми молотками**



**Рис. 2. Общий вид ротора с пластинчатыми молотками решетной молотковой дробилки**

В качестве альтернативы пластинчатым молоткам были разработаны иглообразные рабочие элементы [1], и доказана целесообразность их применения в решетной молотковой дробилке.

Положительный эффект достигается за счет большого количества иглообразных ударных элементов и равномерного их распределения по окружности ротора [2].

Количество частиц измельчаемого материала, находящихся в единице объема кольцевого воздушно-продуктового слоя, который вращается в рабочей камере дробилки, можно определить из выражения:

$$N = \frac{\rho_{\text{КС}}}{m_{\text{СР}}}, \quad (1)$$

где  $\rho_{\text{КС}}$  – масса материала, приходящаяся на единицу объема воздушно-продуктового слоя, кг/м<sup>3</sup>;

$m_{\text{СР}}$  – средняя масса одной частицы материала, кг.

В одном кубическом метре воздушно-продуктового слоя может содержаться от 2 до 13 млн. частиц, при их средней массе  $(2...3) \times 10^{-5}$  кг.

Объем кольцевого слоя, приходящийся на одну частицу, будет равен:

$$v_1 = \frac{1}{N} = \frac{m_{\text{СР}}}{\rho_{\text{КС}}}. \quad (2)$$

Среднее расстояние между отдельными частицами можно приблизительно определить, как кубический корень из объема воздушно-продуктового слоя, приходящегося на частицу:

$$r = \sqrt[3]{v_1}. \quad (3)$$

Подставляя уравнение (2) в формулу (3), имеем:

$$r = \sqrt[3]{\frac{m_{\text{СР}}}{\rho_{\text{КС}}}}. \quad (4)$$

Таким образом, среднее расстояние между частицами материала составит 3...7 мм.

Чтобы оценить взаимодействие рабочих органов дробилки с измельчаемым материалом, введем удельную величину  $n$ , показывающую число частиц, приходящихся на один ударный элемент. Этот показатель равен отношению общего количества частиц в кольцевом слое к количеству ударных элементов:

$$n = \frac{N}{z}, \quad (5)$$

где  $z$  – число ударных элементов на роторе дробилки.

Очевидно, что чем больше рабочих элементов установлено на одном и том же роторе, тем меньше величина  $n$ .

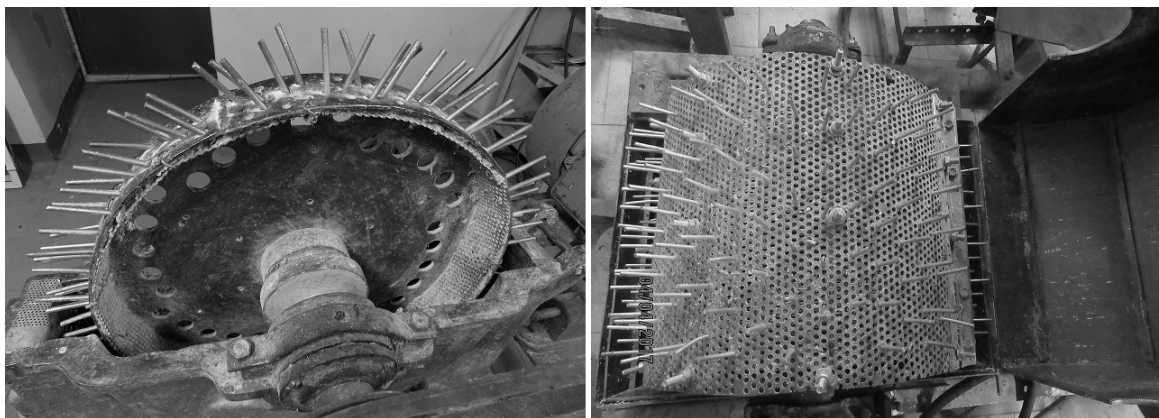
В серийно выпускаемых дробилках, где количество молотков невелико, на каждый молоток приходится большое количество частиц материала, которые образуют скопления между рядами молотков. При этом ударному разрушению одновременно подвергается лишь малая их часть. Остальные частицы вовлекаются в хаотическое круговое движение, что приводит к непроизводительным затратам энергии.

Однако, при достаточно большом количестве ударных элементов и равномерном их распределении по окружности ротора, число частиц, приходящихся на один элемент, многократно уменьшается. Соответственно, увеличивается частота ударов рабочих элементов по частицам материала, и возрастает доля полезной работы, затрачиваемой на их разрушение.

В то же время, нецелесообразно использовать слишком большое количество рабочих элементов. При бесконечном его увеличении, величина  $n$  стремится к нулю, и процесс измельчения теряет смысл.

Для выявления работоспособности иглообразного элемента при безрешетном дроблении по аналогии с ротором, применяемым на решетной дробилке, был изготовлен ротор с иглообразными рабочими элементами, применительно к двенадцатигранной безрешетной молотковой дробилке (рисунок 3).

Был проведен ряд экспериментальных исследований, позволивших выявить основные зависимости между рабочими показателями безрешетной многогранной дробилки с иглообразными ударными элементами, и сделать выводы об оптимальных ее параметрах.



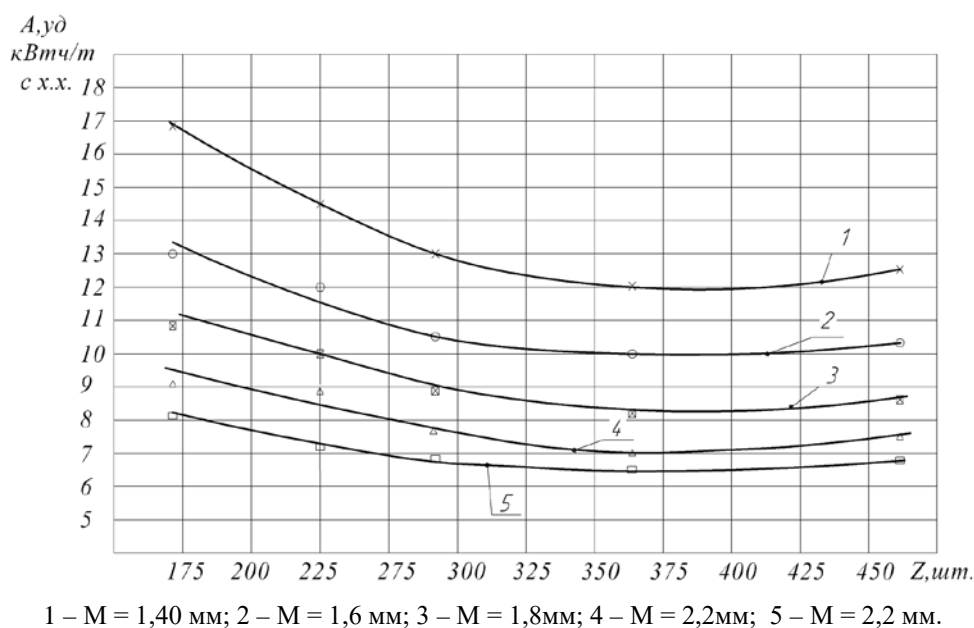
а)

б)

**Рис. 3. Экспериментальные образцы роторов с иглообразными рабочими элементами: а) – для решетной дробилки, б) – для безрешетной дробилки**

Число ударных элементов в ходе исследований варьировалось от 170 до 460 шт. Заменой шкивов клиноременной передачи изменялась также окружная скорость ротора в пределах от 41,4 до 65 м/с.

В процессе исследований по стандартной методике [3] замерялись энергетические показатели, определялась производительность дробилки, модуль помола и качественный состав измельченного продукта. По результатам исследований построены опытные зависимости.



1 – M = 1,40 мм; 2 – M = 1,6 мм; 3 – M = 1,8мм; 4 – M = 2,2мм; 5 – M = 2,2 мм.

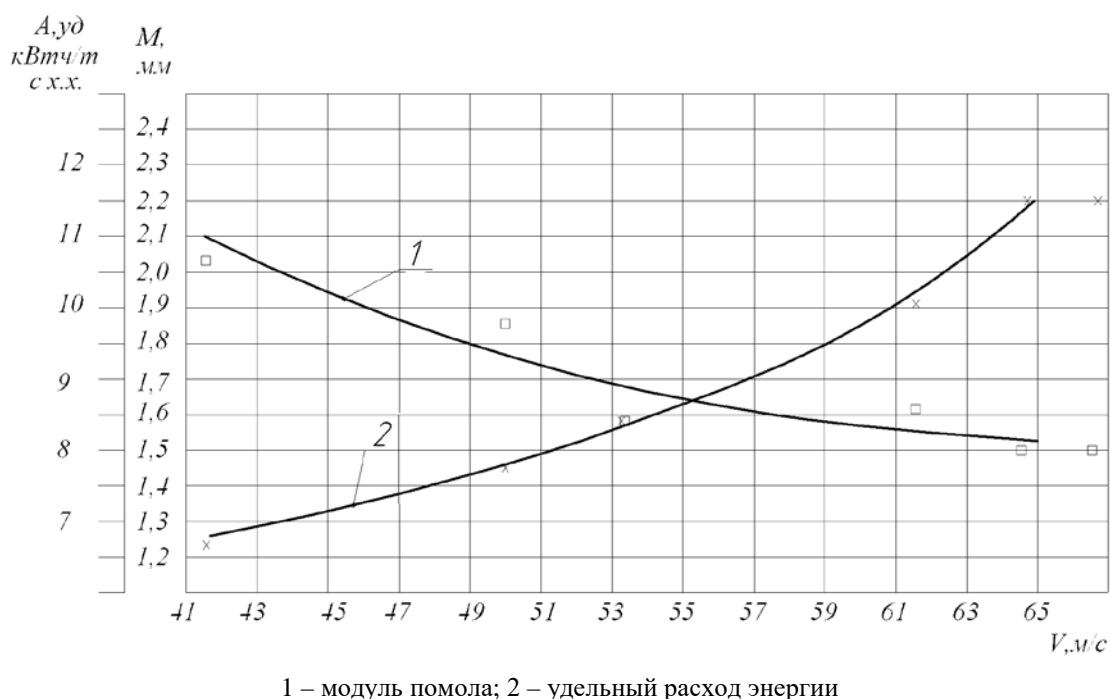
**Рис. 4. Зависимость удельного расхода электроэнергии от количества рабочих элементов**



На рисунке 4 представлена зависимость удельного расхода энергии от числа ударных элементов для различных значений модуля помола. Удельный расход энергии представлен с учетом холостого хода.

Анализ графика показывает, что с повышением количества элементов, расход энергии сначала снижается, а затем возрастает. Минимальный расход энергии наблюдается при количестве элементов равном 360. Такая зависимость объясняется тем, что при увеличении количества элементов, изменяется характер их взаимодействия с измельчаемыми частицами, а также возрастает доля холостого хода. Из графика видно, что оптимальная зона находится в пределах от 300 до 400 элементов. Использование менее 300 или более 400 элементов не целесообразно.

На рисунке 5 представлена зависимость модуля помола и удельных затрат энергии с учетом холостого хода от окружной скорости ударных элементов.



1 – модуль помола; 2 – удельный расход энергии

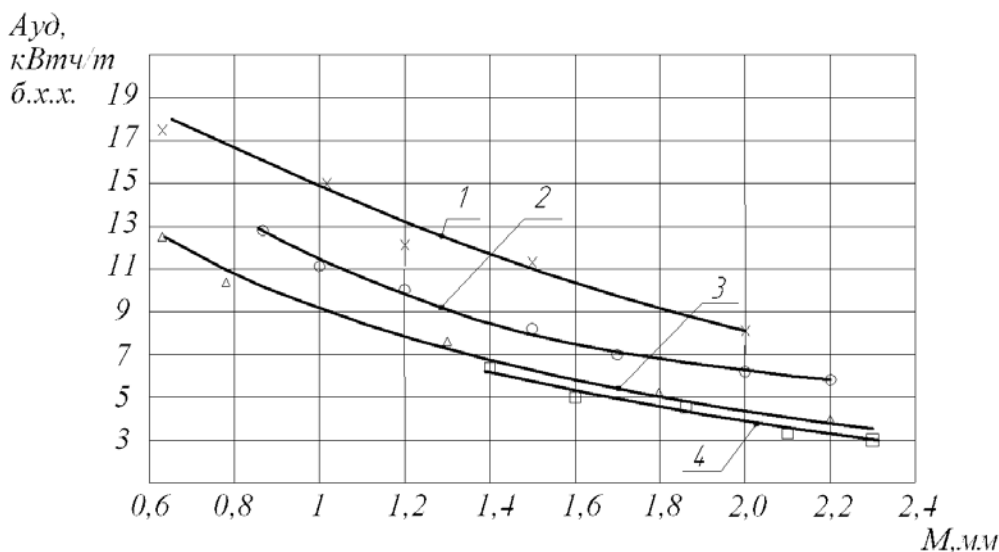
**Рис. 5. Зависимость модуля помола и удельных затрат энергии с учетом холостого хода от окружной скорости ударных элементов**

Зависимость показывает, что с возрастанием рабочей скорости, модуль помола снижается, а расход энергии возрастает. При повышении окружной скорости более 60 м/с, снижение модуля наблюдается незначительное, а возрастание расхода энергии, наоборот, становится более существенным. Это говорит о том, что рациональное значение скорости находится в пределах 60...63 м/с.

На основе выполненных исследований построены сравнительные зависимости между модулем помола и удельным расходом энергии для дробилок с иглообразными рабочими элементами и пластинчатыми молотками, задействованными как в решетной молотковой дробилке, так и в безрешетной. Эти зависимости представлены на рисунке 6.

Анализ полученных зависимостей показывает, что наименьшие удельные затраты энергии с незначительным расхождением приходятся на измельчители с комплектацией ротора иглообразными элементами. Минимальные значения удельного расхода энергии получены на безрешетной дробилке. Так при модуле помола равном 1,6 мм экономия электроэнергии на безрешетной дробилке с иглообразными элементами, в сравнении с решетной с аналогичным рабочим органом, составляет 1 кВтч/т. Однако, прослеживается ограниченный диапазон модуля помола. Мелкий модуль помола на безрешетной дробилке с иглообразным рабочим органом получить не удалось. Это указывает на возможность применения данной комплектации

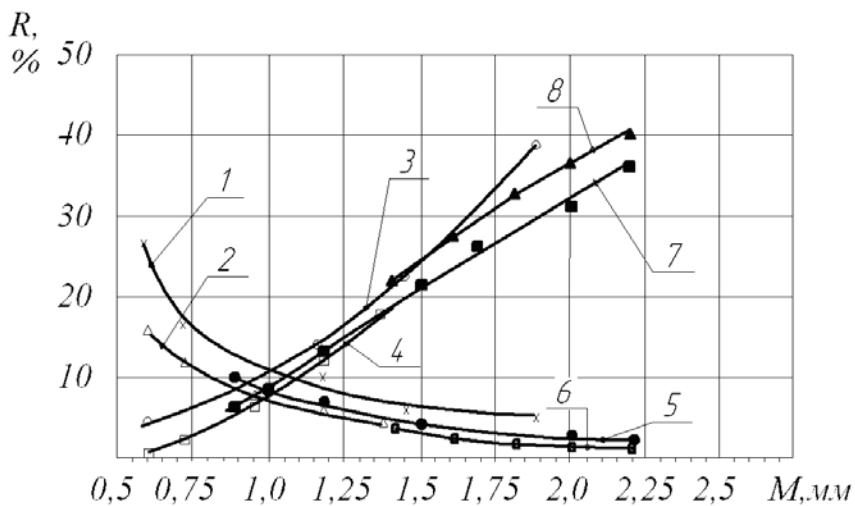
безрешетной многогранной дробилки в условиях ферм с использованием в рационе животных концентрированных кормов среднего и крупного модуля помола.



- 1 – решетная молотковая дробилка со стандартным ротором (8 пакетов молотков); 2 – безрешетная молотковая дробилка со стандартным ротором (8 пакетов молотков); 3 – решетная молотковая дробилка с иглообразными рабочими элементами (1000 шт/м<sup>2</sup>); 4 – безрешетная молотковая дробилка с иглообразными элементами, z = 460 шт. (740 шт/м<sup>2</sup>)

Рис. 6. Зависимость удельного расхода электроэнергии от модуля помола

На рисунке 7 представлена зависимость содержания недоизмельченной и переизмельченной фракции от модуля помола.



- 1 – решетная молотковая дробилка со стандартным ротором (8 пакетов молотков), выход фракции < 0,2 мм; 2 – решетная молотковая дробилка с ротором, укомплектованным иглообразными элементами (1000 шт/м<sup>2</sup>), выход фракции < 0,2 мм; 3 – решетная молотковая дробилка с стандартным ротором (8 пакетов молотков), выход фракции > 2 мм; 4 – решетная молотковая дробилка с ротором, укомплектованным иглообразными элементами (1000 шт/м<sup>2</sup>), выход фракции > 2 мм; 5 – безрешетная молотковая дробилка со стандартным ротором (8 пакетов молотков), выход фракции < 0,2 мм; 6 – безрешетная молотковая дробилка с иглообразными элементами (573 шт/м<sup>2</sup>), выход фракции < 0,2 мм; 7 – безрешетная молотковая дробилка со стандартным ротором (8 пакетов молотков), выход фракции > 2 мм; 8 – безрешетная молотковая дробилка с иглообразными элементами (573 шт/м<sup>2</sup>), выход фракции > 2 мм.

Рис. 7. Зависимость содержания мелкой и крупной фракции от модуля помола

Наличие слишком крупных и мелких частиц в готовом продукте нежелательно, поэтому, чем меньше их содержание, тем выше качество продукта [4,6].

С увеличением модуля помола, количество крупных частиц возрастает, а количество мелких – снижается.

Минимальное содержание мелкой фракции (< 0,2 мм) было получено на безрешетной дробилке с применением иглообразных элементов. Так при модуле помола 2 мм, ее количество составило 2 %.

Минимальное содержание крупной фракции (> 2 мм) было получено на решетной дробилке с иглообразными элементами. Так при модуле помола М = 1,3 мм, количество крупной фракции составило 18 %.

Таким образом, при модуле помола 1,6 мм применение иглообразного рабочего органа в безрешетной многогранной дробилке позволяет на 16,7 % сократить затраты энергии в сравнении с решетной дробилкой, укомплектованной аналогичным рабочим органом, а также получать готовый продукт с меньшим содержанием мелкой фракции (< 0,2 мм), что характеризует его как более качественный.

#### Библиография

1. Акименко А.В., Сундеев А.А., Воронин В.В. Совершенствование измельчения зерна в рабочей камере дробилки // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2010. № 10. С. 12-14.
2. Воронин В.В., Сундеев А.А. Сравнительная оценка энергетических показателей измельчения зерна молотковыми дробилками // Материалы международной научно-практической конференции «Наука и образование в современных условиях» ВГАУ. 2016. С. 368-370.
3. Воронин В.В., Сундеев А.А., Яровой М.Н. Оценка эффективности использования модернизированной безрешетной молотковой дробилки // Наука и бизнес: пути развития. 2015. № 11. С. 7-10.
4. ГОСТ 13496.8-72. Комбикорма. Методы определения крупности размола и содержания неразмолотых семян культурных и дикорастущих растений. М. 2011.
5. Коношин И.В., Звекоев А.В., Черепков А.В. Повышение эффективности функционирования молотковых дробилок при измельчении зерна // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2014. №1(13). С. 127-132.
6. Федоренко И.Я., Садов В.В. Производство комбикормов в коллективных и фермерских хозяйствах: Рекомендации. Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2017. 52 с.

#### References

1. Akimenko A.V., Sundeev A.A., Voronin V.V. Sovershenstvovanie izmelcheniya zerna v rabochey kamere drobilki // Mechanization and electrification of agriculture. 2010. No 10. Pp. 12-14.
2. Voronin V.V., Sundeev A.A. Sravnitel'naya otsenka energeticheskikh pokazateley izmelcheniya zerna molotkovimi drobilkami // Materials of the international scientific-practical conference «Science and education in modern conditions» VSAU. 2016. Pp. 368-370.
3. Voronin V.V., Sundeev A.A., Yarovoy M.N. Otsenka effektivnosti of the ispolzovaniya modernizirovannoy bezreshotnoy molotkovoy drobilkoj // Science and business: ways of development. 2015. No. 11. Pp. 7-10.
4. GOST 13496.8-72. Mixed fodder. Methods for determining the size of grinding and content of undiluted seeds of cultivated and wild plants. Moscow. 2011.
5. Konoshin I.V., Zvekov A.V., Cherepkov A.V. Povishenie effektivnosti funktsionirovaniya molotkovih drobilok pri izmelchenii zerna // Bulletin of the All-Russian Research Institute for the Mechanization of Livestock. 2014. No 1 (13). Pp. 127-132.
6. Fedorenko I.Y., Sadv V.V. Proizvodstvo kombikormov v kollektivnih i fermerskih hozyaystvah: Rekomendatsii. Barnaul: Editorial and publishing department of Altai SAU, 2017. 52 p.

#### Сведения об авторах

Воронин Владимир Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации с.-х. и безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, ул. Мичурина, д. 1, г. Воронеж, Россия, 394087, тел: +74732 53-86-51, e-mail: voronin-v75@mail.ru

Акименко Андрей Владимирович, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры мелиорации, водоснабжения и геодезии, ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, ул. Мичурина, д. 1, г. Воронеж, Россия, 394087, тел: +74732 53-86-51, e-mail: akime77@mail.ru

Коношин Иван Вячеславович, кандидат технических наук, доцент, декан факультета агротехники и энергообеспечения, ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, ул. Генерала Родина, д. 69, г. Орёл, Россия, 302019, тел: +74862 76-41-01, e-mail: iwanogau@yandex.ru

Чехунов Олег Андреевич, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26, e-mail: olegbelgorod@mail.ru

Воронина Наталья Александровна, учитель высшей квалификационной категории, руководитель методического центра начальных классов МБОУ «СОШ №102» г. Воронежа, ул. Шишкова, д.146/8, г. Воронеж, Россия, 394068, тел.: 74732 280-20-47, e-mail: Nat.1980.11.01@mail.ru.

#### **Information about authors**

Voronin Vladimir Viktorovich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of technological equipment, handling industries processes, agriculture mechanization and life safety, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Agricultural University named after Emperor Peter the Great», ul. Michurina, 1, Voronezh, Russia, tel. +74732 53-86-51

Akimenko Andrey Vladimirovich, candidate of technical sciences, senior tutor of the department of land reclamation, water supply and geodesy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Agricultural University named after Emperor Peter the Great», ul. Michurina, 1, Voronezh, Russia, tel. +74732 53-86-51

Konoshin Ivan Vyacheslavovich, candidate of technical sciences, associate professor, dean of the agricultural engineering and energy supply faculty, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Oryol State Agricultural University named after N.V.Parahin» , ul. Generala Rodina, 69, Oryol, Russia, tel. +74862 76-41-01

Chekhunov Oleg Andreevich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of machinery and equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: svic.belgorod@mail.ru

Voronina Natalya Aleksandrovna, teacher of the highest qualification category, head of the primary classes pedagogical center of secondary school No. 102, ul. Shishkova, 146/8, Voronezh, Russia, 394068, tel.: 74732 280- 20-47, e-mail: Nat.1980.11.01@mail.ru.

УДК 637.116

*Е.А. Мартынов, О.А. Чехунов, А.В. Асыка*

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МАНИПУЛЯТОРА ДЛЯ ДОЕНИЯ КОРОВ

**Аннотация.** В статье рассматриваются актуальные проблемы увеличения производства молока на современном этапе в России и значение применения средств автоматизации при машинном доении, как одно из направлений для решения обозначенной проблемы. Представлены основные пути для модернизации устаревшего оборудования на молочно-товарных фермах. Обозначены основные аспекты разработки переносного манипулятора для доения коров. На основании полученного опыта создания адаптивных машин для доения коров, была разработана блок-схема переносного манипулятора доения коров с адаптивным режимом работы по каждой доле вымени в отдельности и алгоритм его работы, которые и были положены в основу работы переносного манипулятора доения. Предложенная конструкция манипулятор обеспечивает возможность изменения режима доения в зависимости от интенсивности молокоотдачи по каждой доле вымени. В конструкции доильного аппарата с целью снижения величины вакуумметрического давления и улучшения условий транспортировки молока на участке доильный стакан - коллектор предусмотрен перепускной клапан, обеспечивающий периодический выпуск воздуха. Экспериментальные исследования переносного манипулятора доения коров показали, что при использовании предложенной конструкции характерна более высокая пиковая интенсивность молоковыведения по вымени в целом для опытной группы животных. Представлены результаты исследований влияния экспериментального переносного манипулятора на здоровье животных, а так же результаты производственной проверки данного устройства в условиях Белгородской области.

**Ключевые слова:** доение, корова, манипулятор, доильный аппарат, мастит, молокоотдача.

### EXPERIMENTAL STUDIES OF OPERABILITY OF MANIPULATOR FOR MILKING COWS

**Abstract.** The article deals with the actual problems of increasing milk production at the present stage in Russia and the importance of the use of automation in machine milking, as one of the directions for solving this problem. The main ways for modernization of the outdated equipment on dairy farms are presented. The main aspects of the development of a portable manipulator for milking cows are outlined. Based on the experience gained in creating adaptive machines for milking cows, a block diagram of a portable milking manipulator with an adaptive mode of operation for each udder lobe separately and an algorithm for its operation were developed, which were the basis for the operation of a portable milking manipulator. The proposed design of the manipulator provides the ability to change the milking mode depending on the intensity of milk transfer for each udder lobe. In the design of the milking machine in order to reduce the value of vacuum pressure and improve the conditions of transportation of milk in the milking Cup - collector section, a bypass valve is provided that provides periodic air intake. Experimental studies of portable manipulator milking cows showed that using the proposed design is characterized by a higher peak intensity of milk production on the udder as a whole for the experimental group of animals. The results of studies of the effect of experimental portable manipulator on animal health, as well as the results of production testing of the device in the Belgorod region.

**Keywords:** milking, cow, manipulator, milking machine, mastitis, breast milk.

**Введение.** Для обеспечения выполнения доктрины производственной безопасности перед аграриями стоит задача, связанная с обеспечением населения России полноценными качественными продуктами питания, а промышленности сырьем по доступным ценам. Успешность ведения аграрного бизнеса в современных рыночных отношениях может быть достигнута высоким качеством продукции и снижением затрат на производство. Получение сельскохозяйственных товаров высокого качества позволит реализовывать продукцию под элитными брендами по высокой закупочной цене. Снизить затраты на производство можно путем уменьшения эксплуатационных расходов за счет внедрения современных технологий и технических средств. В молочном животноводстве на эксплуатационные расходы значительное влияние оказывает машинное доение. Таким образом повышение эффективности машинного доения коров за счет применения автоматизированных средств механизации является актуальной задачей.

Один из способов решения проблемы увеличения производства молока – это повышение эффективности машинного доения коров. Необходимость обновления применяемых машин и оборудования на молочно-товарных фермах и комплексах, обуславливается тем, что в последние 8...10 лет уровень замены их новыми не превышал 2.5...3.0% в год вместо 13...15%. В России еще достаточно большое количество молочно-товарных ферм с привязным

содержанием, на которых эксплуатируется устаревшая техника. Труд животноводов на таких фермах малопродуктивный, физически тяжелый, с низкой зарплатой и непривлекателен для образованной сельской молодежи. С другой стороны, привязное содержание, более щадящее для коров, при котором животные используются до 5 лактаций, а при беспривязно-боксовом – всего 3,0...3,5 лактации [1, 2].

Важным условием эффективного производства молока на молочно-товарных фермах является мониторинг состояния дойного стада, качества получаемой продукции, исправности технологического оборудования. Выполнить поставленные задачи по повышению производительности молочного животноводства возможно, за счет применения современного технологического оборудования, в котором главная роль принадлежит автоматизации. Под автоматизацией, подразумевается использование манипуляторов, позволяющих без участия операторов выполнять более половины технологических операций по доению коровы без ущерба для животного.

**Анализ исследований по теме.** Изучением целесообразности, а также исследованием манипуляторов доения коров занимались многие ученые и практики как нашей, так и зарубежных стран [3]. Результаты их исследований показывают, что автоматизация заключительных операций позволяет повысить производительность труда операторов, а также исключить субъективный фактор в оценке степени выдоенности коров на предмет определения момента снятия доильных аппаратов.

Установлено, что применение большинства манипуляторов с автоматическим снятием доильных стаканов при молокоотдаче 0.2 кг/мин сразу без их оттягивания приводит к недополучению 8...29% разового удоя в зависимости от активности рефлекса молокоотдачи. Прекращение молокоотдачи (снижение до 0.2 кг/мин) у 42...90% коров может носить ложный характер из-за смыкания внутренних тканей основания соска, и наползания доильных стаканов. Результаты исследований свидетельствуют о том, что до настоящего времени автоматизированные доильные установки с дифференцированным режимом управления доением практически не применяются. Также установлено, что отсутствуют и исходные данные для создания переносных манипуляторов, в полной мере отвечающих физиологии животных.

Основная характеристика животного – это интенсивность молокоотдачи, поэтому доильный аппарат должен реагировать, прежде всего, на изменение этого показателя. Такой адаптивный доильный аппарат должен обеспечивать: автоматический контроль за интенсивностью выведения молока по каждой доле вымени в отдельности; автоматизация режима функционирования доильного аппарата с учётом физиологических особенностей животных; стабилизация вакуума в доильных стаканах.

Наиболее рациональный путь повышения эффективности отрасли молочного скотоводства по нашему мнению – применение имеющихся в хозяйствах технологий содержания коров с использованием существующих доильных установок, комплектуемых адаптивными доильными аппаратами.

Основываясь на результатах исследований рабочих процессов манипуляторов стационарных доильных установок, можно рекомендовать следующий режим работы адаптивного манипулятора: машинный додой по каждой доле вымени коров в отдельности; снижение вакуума до порогового значения (достаточного для удержания на соске) в доильном стакане на выдоенном соске; снятие доильных стаканов с вымени животного при снижении интенсивности потока молока ниже 50 мл/мин в последнем соске.

При создании переносного манипулятора доения коров учитывалась необходимость периодического изменения вакуумного режима в подсосковой камере доильных стаканов.

**Цель и задачи.** Цель настоящей работы – повышение эффективности машинного доения коров за на основе применения адаптивного манипулятора доения.

Для достижения поставленной цели следует решить задачи:

- 1) обосновать основные направления в создании переносных манипуляторов доения коров;
- 2) обосновать конструктивные параметры переносного манипулятора доения коров;

3) изучить влияние манипулятора на функциональные свойства вымени коров и заболеваемость маститом.

Объектом исследования стали конструктивно-режимные параметры доильного стакана, зависящие от диаметра пневмоклапана на сосковой резине, а также разности атмосферного и вакуумметрического давлений в подсосковой и межстенной камерах доильного стакана.

Обработку результатов исследований проводили с использованием методов вариационной статистики, а также корреляционного и регрессионного анализа.

**Методика экспериментальных исследований.** Для определения экспериментальных значений вакуумметрического давления в подсосковой камере, в зависимости от диаметра калиброванного отверстия клапанного механизма на сосковом чулке, диаметр отверстия клапана меняли в интервале от 1 до 2 мм с шагом 0,2 мм. При этом применяли персональный компьютер в комплекте с цифровым осциллографом «Velleman PSC 500» и датчиком давления «Micro Switch 143 PC 15D».

Создана экспериментальная установка (рисунок 1), схема которой представлена на рисунке 2. Исследования проводили следующим образом. Устанавливали клапанный механизм с калиброванным отверстием 4 (рисунок 2) на сосковый чулок. После включения персонального компьютера 8 в комплекте с цифровым осциллографом «Velleman PSC 500» 7, подавали питание на датчик давления «Micro Switch 143 PC15D» 6 и прогревали измерительный комплекс не менее 5 минут.

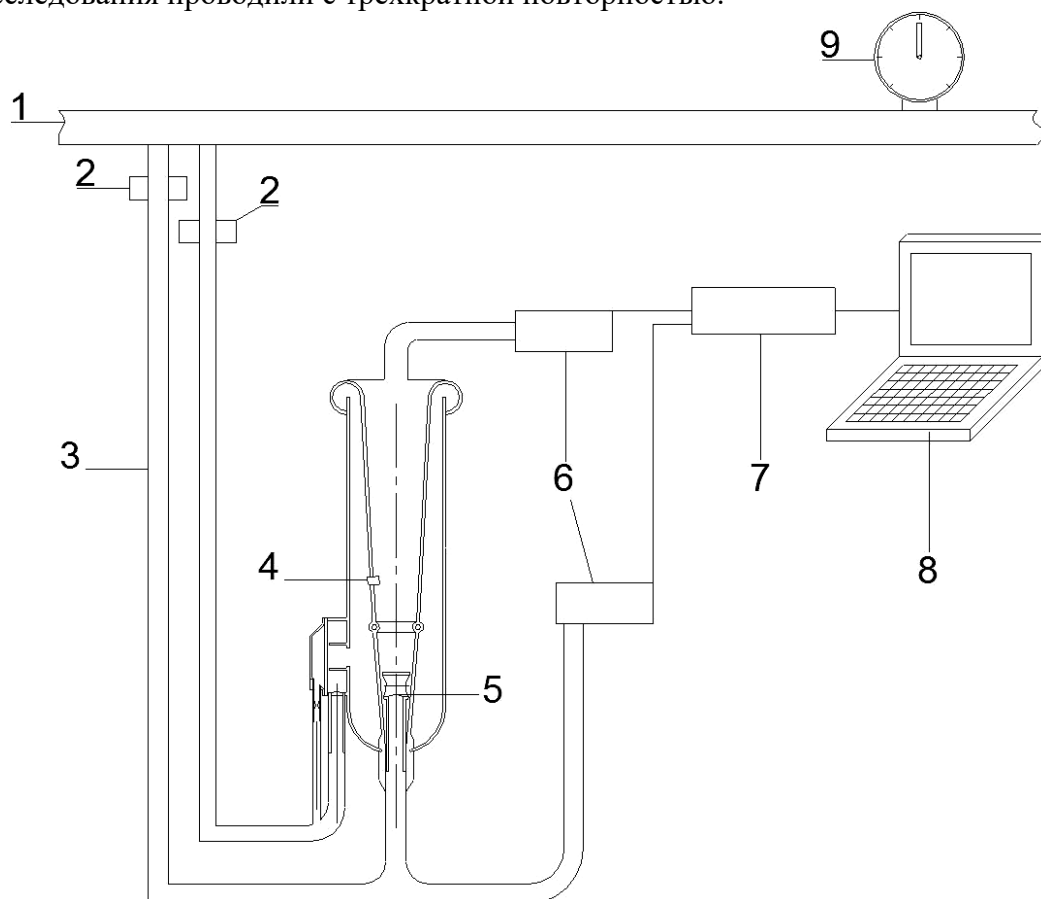


**Рис. 1. Лабораторная установка для определения значения вакуумметрического давления в зависимости от диаметра калиброванного отверстия клапанного механизма соскового чулка**

После прогрева измерительного комплекса с клавиатуры персонального компьютера запускали программное обеспечение. В шлангах 3 создавали заданное вакуумметрическое

давление. Заданную величину вакуумметрического давления устанавливали при помощи регулятора вакуумметрического давления 2. В результате разности давлений вакуумметрического и атмосферного через клапан 4 происходил перепуск воздуха из межстенной камеры в подсосковую. Изменение значения вакуумметрического давления регистрировали персональным компьютером 8 посредством датчика давления 6 и оцифровки сигнала осциллографом 7.

В процессе проведения опыта в шланге 3, посредством регулятора вакуума 2, изменяли вакуумметрическое давление от 10 кПа до 50 кПа с интервалом  $10 \pm 0.1$  кПа. После проведения опыта заменяли клапанный механизм соскового чулка на следующий и исследования повторяли. Исследования проводили с трехкратной повторностью.



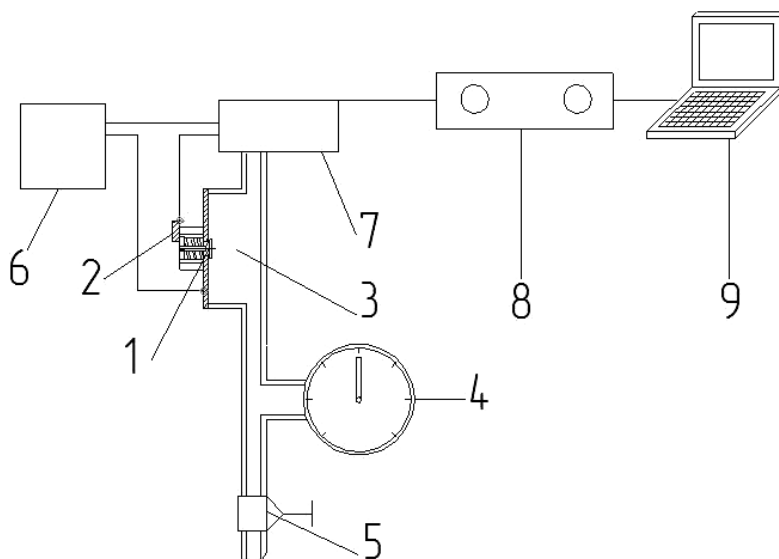
1 – вакуумпровод; 2 – регулятор вакуума; 3 – доильный стакан; 4 – клапан; 5 – регулирующая трубка; 6 – датчик давления «Micro Switch 143 PC 15D»; 7 – цифровой осциллограф «Velleman PSC 500»; 8 – персональный компьютер; 9 – вакуумметр.

**Рис. 2.** Схема экспериментальной установки определения значения вакуумметрического давления в зависимости от диаметра калиброванного отверстия клапанного механизма соскового чулка

Для определения перепада давлений, между подсосковой и межстенной камер доильного стакана, при котором открывается клапан, использовали экспериментальную установку, схема которой представлена на рисунке 3.

Исследовалась зависимость перепада давления момента открытия клапана, установленного на сосковом чулке, от диаметра калиброванного отверстия клапана и числа витков пружины. Исследования проводили следующим образом. Устанавливали клапанный механизм 1 с калиброванным отверстием и заданным числом витков пружины (рисунок 3) на стенку камеры 3.





1 – клапанный механизм; 2 – контакт; 3 – камера; 4 – вакуумметр; 5 – кран; 6 – блок питания; 7 – датчик давления; 8 – осциллограф; 9 – персональный компьютер

**Рис. 3. Схема экспериментальной установки для определения зависимости перепада давления момента открытия клапана от диаметра отверстия и числа витков пружины**

Подключали камеру 3 к вакуумной линии через кран 5, которым изменяли значение вакуумметрического давления в камере 3 от 5 до  $50 \pm 0.1$  кПа с шагом  $5 \pm 0.1$  кПа контролирую вакуумметрическим давлением в камере 3 регистрировали на персональном компьютере 9, посредством датчика давления 7 и цифрового осциллографа 8. При достижении определенного перепада давления клапан 1 начинал приоткрываться, размыкая при этом контакт 2, через который подавалось питание датчика давления 7 от блока питания 6. Разрыв цепи фиксировался персональным компьютером. Последнее, сохранившееся в памяти компьютера 9 значение перепада вакуумметрического давления считали передом вакуумметрического давления момента открытия клапана 1. Диаметр калиброванного отверстия изменяли от 1 до  $2 \pm 0.01$  мм. Число витков пружины клапанного механизма изменяли от 3 до 7. Эксперимент проводили с трехкратной повторностью. После проведения опыта, заменяли клапанный механизм 1 на следующий, и исследования повторяли.

Обработку результатов экспериментальных измерений вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного стакана вели методом вариационной статистики и регрессионного анализа с использованием ПК и пакета программ Microsoft Excel и Statistika.

**Результаты исследований.** Был разработан переносной манипулятор, включающий доильный аппарат, тросом связанный с пневмоцилиндром, который посредством скобы, (с возможностью качания) прикреплен к стойке, блок управления, который посредством разъема прикреплен к молокопроводу и вакуумпроводу доильной установки, включающий молоколовушку с поплавком, посредством молочной трубки соединяемую с молокоприемной камерой коллектора, а также снабженный электрогенератором двухполупериодный пульсатор. Пульсатор предлагаемого манипулятора двумя выходными патрубками, посредством спаренной вакуумной трубки, соединен со стаканами и далее патрубками с регулятором вакуума [4, 5, 6]. Регулятор вакуума доильного стакана выполнен в виде камеры управления, сообщаемой с атмосферным воздухом через электроклапан, а также с пневмоклапаном через гибкую мембрану. Коллектор доильного аппарата оборудован молокоприемными камерами с вырезом в нижней части для образования с дном калиброванной щели для истечения молока с определенной интенсивностью, например 50 мл/мин. Коллектор доильного аппарата содержит коаксиально установленный поплавок с магнитом, который связан с герконом для управления электропневмоклапаном.

На основании полученного опыта создания адаптивных машин для доения коров, нами разработан алгоритм работы переносного манипулятора для доения коров (рисунок 4).

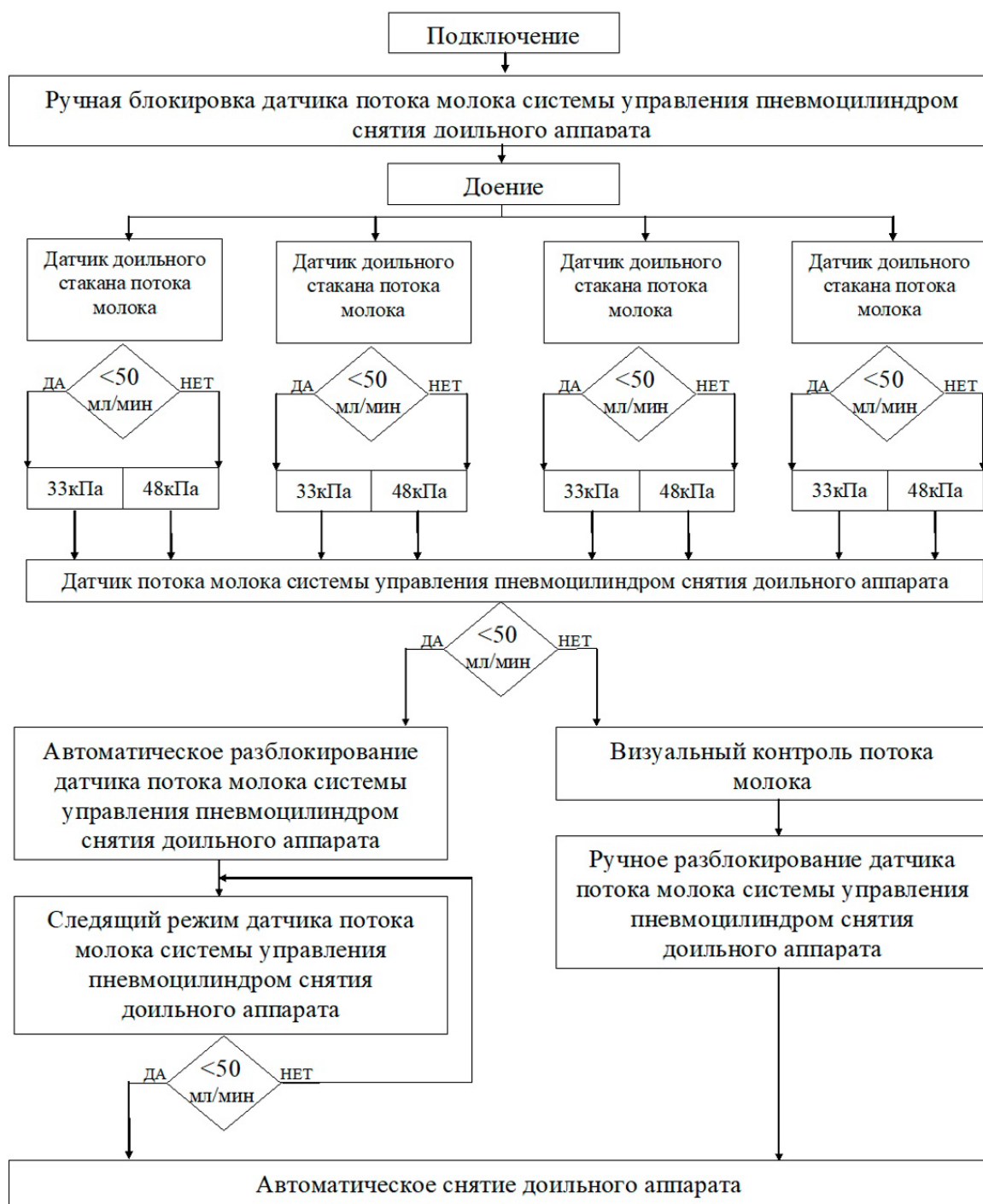
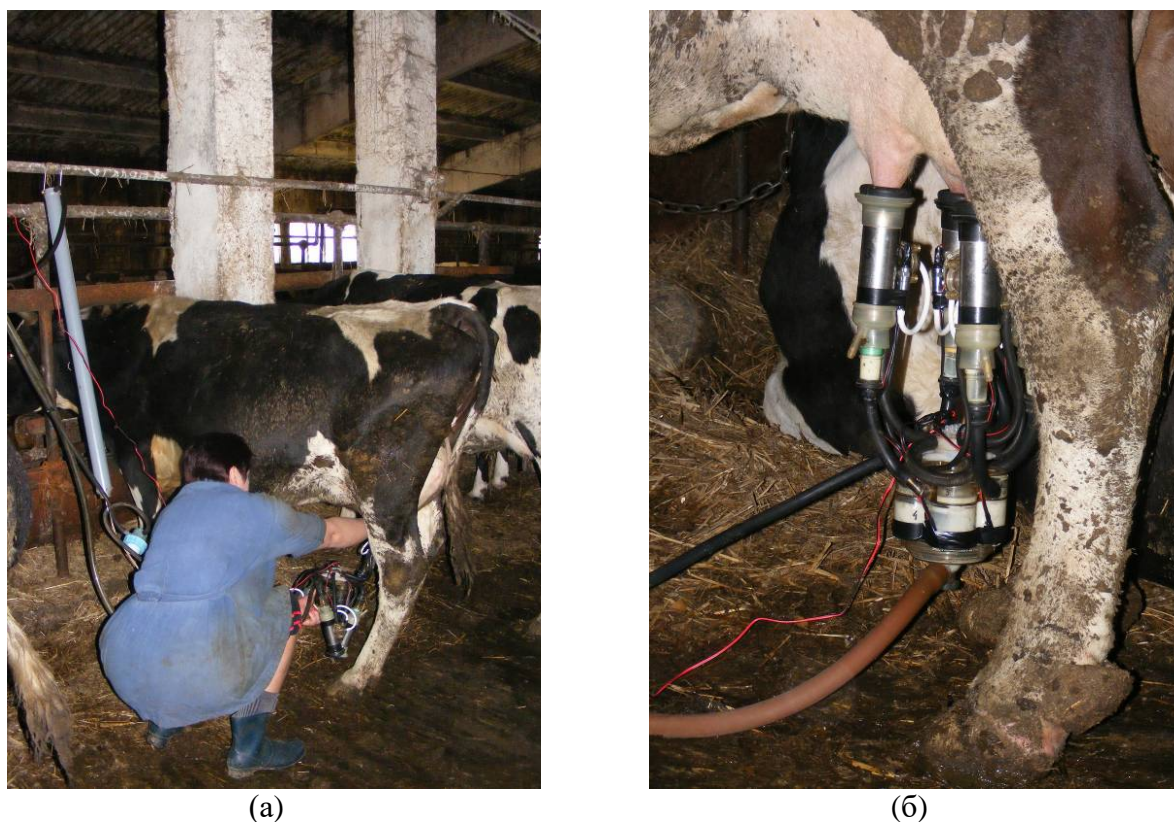


Рис. 4. Алгоритм управления переносным манипулятором доения коров

Предлагаемая конструкция манипулятора доения представлена на рисунке 5. Переносной манипулятор линейной доильной установки состоит из доильного аппарата, тросом связанного с пневмоцилиндром, который посредством скобы (с возможностью качания) прикреплен к стойке, и блока управления, который посредством разъема прикреплен к молокопроводу и вакуумпроводу доильной установки [7]. Блок управления содержит молоколовушку с поплавком, обладающую пороговой интенсивностью потока молока начала всплытия поплавка – 50 мл/мин, сообщающуюся с молокопроводом и посредством молочной трубки - с молокоприемной камерой коллектора, а также снабженный блоком питания двухполупериодный пульсатор, входным патрубком сообщается с вакуумпроводом, а двумя выходными с распределительной камерой коллектора и посредством патрубков с камерой управления пневмоклапана доильного стакана.



**Рис. 5. Переносной манипулятор доения:**  
**(а) – общий вид манипулятора; (б) – доильный аппарат**

Блок питания электрической цепью через геркон, установленный на молоколовушке и управляемый постоянным магнитом, смонтированным в поплавке молоколовушки, соединен с электропневмоклапаном, предназначенным для сообщения пневмоцилиндра в открытом положении с вакуумпроводом, а в закрытом – с атмосферой. Доильный аппарат включает доильные стаканы, коллектор и пульсатор, соединенные патрубками. Каждый доильный стакан содержит корпус, сосковую резину с вмонтированными в нее регулирующей трубкой и клапанным механизмом; на корпусе стакана расположен регулятор вакуума, выполненный в виде двух камер, разделенных гибкой мембраной и подпружиненным перепускным клапаном. Коллектор доильного аппарата оборудован молокоприемными камерами с коаксиально установленными поплавками с магнитами, которые предназначены для взаимодействия с герконом, замыкающим электрическую цепь на электропневмоклапане. При снижении общего потока молока по каждому доильному стакану доильного аппарата ниже 50 мл/мин, поплавков с магнитом в молоколовушке коллектора опускается, герконы замыкаются, подключая тем самым электропневмоклапан к блоку питания. При этом вакуумметрическое давление из вакуумпровода через электропневмоклапан поступает в пневмоцилиндр, под воздействием которого его поршень втягивает трос, который отключает доильный аппарат и снимает его с вымени коровы. Таким образом осуществляют доение коров с управляемым режимом доения по каждой доле вымени коров в отдельности.

Предложенный переносной манипулятор для доения коров обеспечивает возможность изменения режима доения в зависимости от интенсивности молокоотдачи по каждой доле вымени в отдельности (изменение величины вакуумметрического давления в подсосковом пространстве доильного стакана) и автоматического снятия подвесной части доильного аппарата с вымени животного.

В соответствии с поставленной задачей исследования выполнялись по следующей программе: определение зависимости экспериментальных значений вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного стакана от диаметра калиброванного отверстия клапан-

ного механизма, установленного на сосковой резине; определение зависимости вакуумметрического давления в управляющей камере регулятора вакуума от диаметра калиброванного канала и диаметра калиброванного отверстия пневмоклапана; оптимизация конструктивно-режимных параметров доильного аппарата [7, 8].

Для снижения величины вакуумметрического давления и улучшения условий транспортировки молока на участке доильный стакан–коллектор в конструкции доильного аппарата предусмотрен перепускной клапан, обеспечивающий периодический впуск воздуха. Однако, во избежание вспенивания молока, и, как следствие, ухудшение его качеств, скорость молока не должна превышать 1,5 м/с. При этом в подсосковой камере доильного стакана должно сохраняться вакуумметрическое давление, необходимое для удержания доильного аппарата на вымени животного.

Графическая интерпретация зависимости вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного стакана от диаметра калиброванного отверстия пневмоклапана и величины вакуумметрического давления в вакуумной магистрали представлена на рисунке 6.

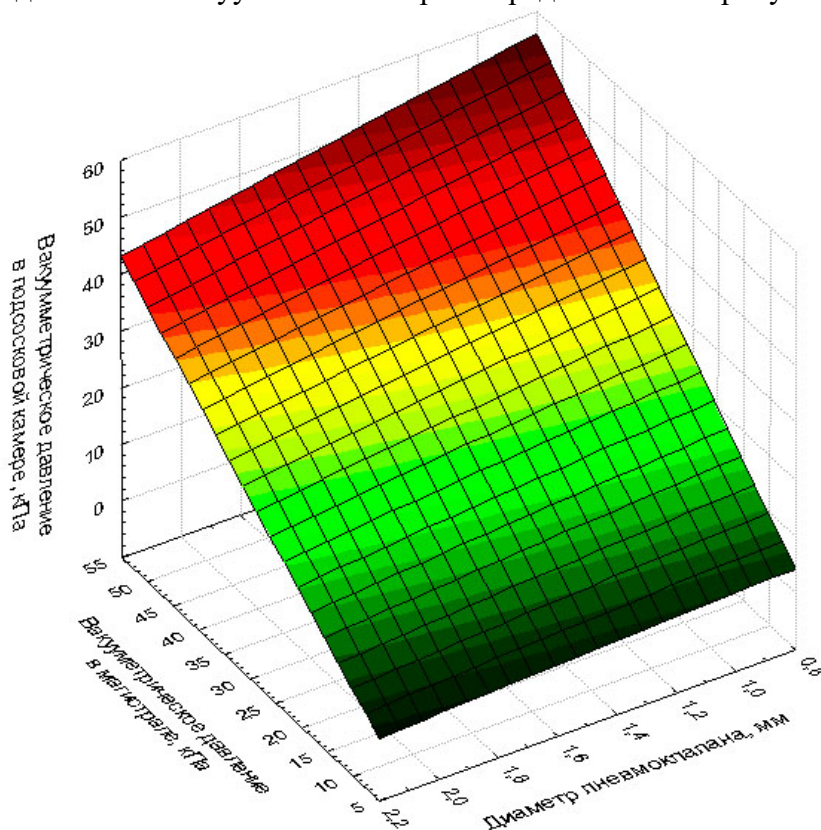


Рис. 6. Зависимость вакуумметрического давления в подсосковой камере доильного стакана от величины вакуума в вакуумпроводе и диаметра калиброванного отверстия пневмоклапана

Установлено, что интенсивность молоковыведения по долям вымени в процессе доения колеблется в интервале от 0,087 кг/мин до 1,91 кг/мин и увеличивается с ростом продуктивности коров. Эта зависимость достаточно точно описывается уравнением регрессии (1):

$$Y = 0,897 + 0,525 \cdot (X - 1,128), \quad (1)$$

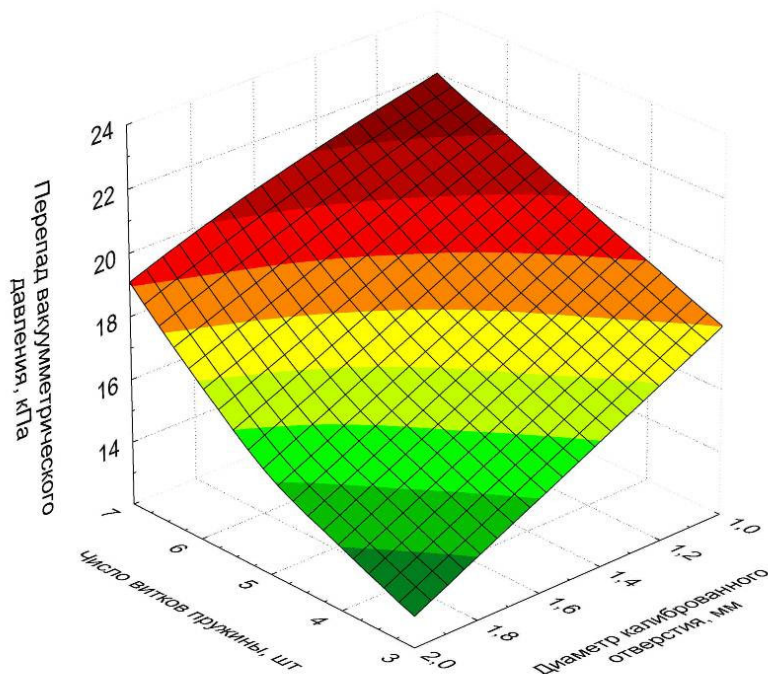
где  $X$  – средний удой на долю вымени, кг;

$Y$  – средняя интенсивность молокоотдачи на долю вымени, кг/мин.

Прогиб сосковой резины ниже кольца жесткости в зоне регулирующей трубки зависит от перепада давления на нем, а также от свойств материала соскового чулка. Так при перепаде вакуумметрического давления 22 кПа прогиб сосковой резины 3 мм, а при 8,3 кПа – 2 мм. При диаметре регулирующей трубки 15 мм и при вакуумметрическом давлении в межстенной ка-

мере 27 кПа вакуумметрическое давление в подсосковой камере составляет 33 кПа, а при диаметре регулирующей трубки 20 мм и вакуумметрическом давлении в межстенной камере 46,5 кПа – 48 кПа.

Графически зависимость перепада давления момента открытия клапанного механизма, установленного на сосковой резине от диаметра перепускного отверстия и числа витков пружины представлена на рисунке 7.



**Рис. 7. Зависимость перепада давления момента открытия клапанного механизма, установленного на сосковой резине от диаметра перепускного отверстия и числа витков пружины**

Анализ данной зависимости позволяет заключить, что, например, при диаметре калиброванного отверстия 1,6 мм и при числе витков пружины равном 5, клапан начинает приоткрываться при перепаде давлений подсосковой и межстенной камер 17,1 кПа. Эта зависимость достаточно точно описывается теоретическим уравнением:

$$d_k = \sqrt{\frac{4V(1-\sigma)}{\sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1} \frac{T_1}{M} \sigma^{\frac{1}{\gamma}} \sqrt{1-\sigma^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}} \pi}}}} \tag{2}$$

- где  $d_k$  – диаметр калиброванного отверстия, м;
- $V$  – объем подсосковой камеры, м<sup>3</sup>;
- $\sigma = P_{\text{вак}}/P_{\text{атм}}$  – коэффициент давления, учитывающий гидравлические потери;
- $P_{\text{вак}}$  – вакуумметрическое давление в подсосковой камере, Па;
- $P_{\text{атм}}$  – давление в межстенной камере, Па;
- $\gamma$  – отношение удельных теплоемкостей газа при постоянном давлении и при постоянном объеме;
- $T_1$  – абсолютная температура в области  $P_{\text{атм}}$ , °К;
- $M$  – молекулярная масса газа, кг;
- $t$  – время процесса, с.

Число витков пружины определяется по выражению:

$$n = \frac{\Theta \tau^4 (x_1 + x_2)}{4r^3 (P_{\text{атм}} - P_{\text{вак}}) S_{\text{вх}}}, \tag{3}$$

- где  $\Theta$  – модуль сдвига, Н/м<sup>2</sup>;
- $x_1$  – перемещение пружины при предварительной деформации, м;

$x_2$  – перемещение пружины при рабочей деформации, м;

$r$  – средний радиус витка пружины, м;

$S_{вх}$  – площадь калиброванного отверстия клапана, м<sup>2</sup>.

Зависимость перепада вакуумметрического давления начала открытия клапана описывается выражением:

$$Y = 18033,809 + 1283,333 \cdot X_1 - 4411428,571 \cdot X_2, \quad (4)$$

где  $X_1$  – число витков пружины;

$X_2$  – диаметр перепускного отверстия, м.

Обработка полученных результатов показала, что при табличном значении F-критерия Фишера, равном 3,61, а фактическое его значение находилось в интервале 1,94...2,36. Это подтверждает правильность теоретического предположения о характере зависимости интенсивности молоковыведения от диаметра регулировочной трубки.

Для проведения производственных испытаний нами был изготовлен опытный образец переносного манипулятора доения коров.

Доение коров осуществляли на доильной установке АДМ-8А. При этом экспериментальный переносной манипулятор сравнивали с серийным доильным аппаратом АДУ-1-03, используемым на молочно-товарной ферме.

Исследования проводили на двух группах коров по 24 головы методом параллельных групп-периодов. Для опыта отбирали коров, пригодных для машинного доения по величине и расположению сосков и форме вымени. Кормление коров весь период эксперимента было одинаковым.

При испытаниях изучали динамику молоковыведения, время машинного доения, разовый удой и состояние вымени. При доении животных экспериментальным доильным аппаратом технология выдерживалась такая же, как и при доении серийным доильным аппаратом АДУ-1-03. Во время доения серийным доильным аппаратом АДУ-1-03 при снижении интенсивности молокоотдачи до 500 мл/мин проводили машинное додаивание.

Экспериментальные исследования переносного манипулятора доения коров показали, что при использовании предложенной конструкции характерна более высокая пиковая интенсивность молоковыведения по вымени, равная 2,9 кг/мин, против 2,3 кг/мин при применении доильного аппарата АДУ-1-03. У экспериментального доильного аппарата более полная выдоенность вымени (98% и 96% соответственно). Выше и средняя интенсивность молоковыведения, составляющая для экспериментального переносного манипулятора 1,6 кг/мин, против 1,4 кг/мин для АДУ-1-03.

Более интенсивный процесс выведения молока из вымени коров экспериментальным доильным аппаратом объясняется тем, что он более физиологичный, а также имеет более высокую пропускную способность. Более интенсивный процесс выведения молока из сосковой резины в молочную трубку экспериментальным доильным аппаратом вызван подачей определенного количества воздуха из межстенного в подсосковое пространство во время такта сосания.

**Выводы.** Предложенная конструкция переносного манипулятора для доения коров, обеспечивающая возможность изменения режима доения в зависимости от интенсивности молокоотдачи по каждой доле вымени в отдельности (изменение величины вакуумметрического давления в подсосковом пространстве доильного стакана) и автоматического снятия подвешенной части доильного аппарата с вымени животного.

Установлено, что для поддержания стимулирующего вакуумметрического давления доения в подсосковой камере необходимо поддерживать вакуумметрическое давление 41,1 кПа, что обеспечивается при соотношении диаметров патрубка 3 мм и диаметра калиброванного отверстия пневмоклапана 1,6 мм.

Уровень заболеваемости вымени коров маститом за время производственных испытаний предлагаемого манипулятора был ниже на 18...22%. Это объясняется использованием пониженного вакуумметрического давления в подсосковых камерах доильных стаканов в начале и по завершению процесса доения.

За 90 дней производственных испытаний животные опытной группы по молочной продуктивности превзошли коров контроля на 4,9% за счет применения адаптивного режима доения. В связи с этим рекомендуется учитывать при разработке доильных аппаратов возможность переключения на щадящий режим доения при низкой интенсивности молокоотдачи по каждой доле вымени в отдельности.

#### Библиография

1. Ужик В.Ф., Чехунов О.А., Макаренко А.Н. и др. Доильный аппарат с однокамерными стаканами. Монография. Москва: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2018. 256 с.
2. Мартынов Е.А. Разработка и обоснование конструктивно-режимных параметров переносного манипулятора доения коров: Автореф. дисс. канд. техн. наук. Белгород, 2008. 20 с.
3. Ужик В.Ф., Некипелов С.И., Китаева О.В. Мобильный агрегат для доения коров и его пневмоцилиндр снятия доильного аппарата // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 12. С. 71-75.
4. Ульяновцев Ю.Н. Разработка и обоснование конструктивно-режимных параметров манипулятора доения коров мобильного агрегата.: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01: Белгород, 2003. 184 с.
5. Переносной манипулятор для доения коров: пат. 67397 U1 (RU) № 2007126333 / Ужик В.Ф., Мартынов Е.А.; заявл. 10.07.2007; опубл. 27.10.2007, Бюл. №30. 2 с.
6. Ужик В.Ф. Адаптивное доильное оборудование. Теория и расчет. Монография. Белгород: БелГСХА, 2009. 485 с.
7. Мартынов Е.А. Современные тенденции развития доильного оборудования // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее. Материалы XXIII международной научно-производственной конференции «Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее». Белгород: Белгородский ГАУ, 2019. С. 88-89.
8. Мартынов Е.А., Чехунов О.А. К созданию автоматизированного манипулятора доения // Актуальные проблемы агроинженерии и пути их решения. Белгород: Белгородский ГАУ, 2018. С. 189-195.

#### References

1. Uzhik V.F., Chekhov O.A., Makarenko A.N. et al. Doil'nyj apparat s odnokamernymi stakanami [Milking machine with single-chamber glasses]. Monograph. - Moscow: Central collector of libraries "BIBKOM", 2018. 256 p.
2. Martynov E.A. Razrabotka i obosnovanie konstruktivno-rezhimnykh parametrov perenosnogo manipulyatora doeniya korov [Development and substantiation of constructive-regime parameters of portable manipulator milking cows]: abstract. diss. cand. tech. sciences. Belgorod, 2008. 20 p.
3. Uzhik V.F., Nekipelov S.I., Kitaeva O.V. Mobil'nyj agregat dlya doeniya korov i ego pnevmotsilindr snyatiya doil'nogo apparata [Mobile unit for milking cows and its pneumatic cylinder for milking machine] // Achievements of science and technology of agriculture. 2018. Vol. 32. No. 12. Pp. 71-75.
4. Ulyantsev Y.N. Razrabotka i obosnovanie konstruktivno-rezhimnykh parametrov manipulyatora doeniya korov mobil'nogo agregata [Development and substantiation of structural and regime parameters of the mobile unit milking manipulator].: diss. ... cand. tech. Sciences: 05.20.01: Belgorod, 2003. 184 p.
5. Perenosnoj manipulyator dlya doeniya korov [Portable manipulator for milking cows]: RU 67397 U1 № 2007126333 / Uzhik V.F., Martynov E.A.; declared. 10.07.2007; publ. 27.10.2007 Bul. No. 30. 2 p.
6. Uzhik V.F. Adaptivnoe doil'noe oborudovanie [Adaptive milking equipment. Theory and calculation]. Monograph. Belgorod: BSAA, 2009. 485 p.
7. Martynov E.A. Sovremennye tendentsii razvitiya doil'nogo oborudovaniya [Modern trends in the development of milking equipment] // Innovative solutions in agricultural science-a look into the future Materials of the XXIII international scientific and production conference «Innovative solutions in agricultural science-a look into the future». Belgorod: Belgorod state agricultural university, 2019. Pp. 88-89.
8. Martynov E. A., Chekhov O.A. K sozdaniyu avtomatizirovannogo manipulyatora doeniya [To creation of the automated manipulator of milking] // Actual problems of Agroengineering and ways of their decision. Belgorod: Belgorod state agricultural university, 2018. Pp. 189-195.

#### Сведения об авторах

Мартынов Евгений Алексеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 38-19-48 e-mail: bsaa@list.ru.

Чехунов Олег Андреевич, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 38-19-48 e-mail: olegbelgorod@mail.ru.

Асыка Анна Владимировна, преподаватель кафедры машин и оборудования в агробизнесе ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 38-19-48 e-mail: bessmertnyhanna@mail.ru.

#### Information about authors

Martynov Evgeny Alekseevich, candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of machinery and equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +7 4722 38-19-48 e-mail: bsaa@list.ru.

Chekhov Oleg Andreevich, candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of machinery and equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +7 4722 38-19-48 e-mail: olegbelgorod@mail.ru.

Asyka Anna Vladimirovna, lecturer, Department of machinery and equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia,, 308503, tel. +7 4722 38-19-48 e-mail: bessmertnyhanna@mail.ru.



УДК 631.331

*Р.А. Нотов, А.Т. Лебедев, Р.Р. Искендеров*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИСКОВЫХ СОШНИКОВ ЗЕРНОВЫХ СЕЯЛОК ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕМЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

**Аннотация.** Посев проводится в определенные агротехнические сроки, а до 80% зерновых сеялок, выпускаемых в настоящее время оборудованы двухдисковыми сошниками. Чрезмерная липкость почвы вызывает залипание орудий, а сухая и высохшая почва ведет к нарушению образования бороздки, неравномерной заделке семян и повышенному износу орудий. Даже незначительные перебои по срокам ведут к повышенному расходу топлива, рабочего времени и к снижению урожайности. Для борьбы с прилипанием грунта к металлу применяют различные покрытия. Наибольшее распространение получили такие полимерные материалы как фторопласт и полиэтилен. Имеется положительная практика, как по обработке рабочих органов почвообрабатывающей техники жидкими составами полимеров, так и изготовление отдельных или целых частей из пластика. Проведенный нами анализ показал, что большинство исследований, в которых разрабатывается почвообрабатывающая техника с полимерными покрытиями, посвящены налипанию на рабочие органы почвы, а вопросам износостойкости такой техники уделено мало внимания. Тем не менее, данная проблема действительно существует, так как при влажности почв до 15 % рабочие органы начинают испытывать более высокие нагрузки и изнашиваются интенсивнее. Фрикционные свойства почвы оказывают огромное влияние на процессы ее механической обработки. На трение затрачивается от 30 до 50% энергии машинно-тракторных агрегатов. Более низкие показатели прочности фторопласта по сравнению с полиэтиленом подтверждаются несколькими исследованиями. Так относительный износ полимерных материалов (пластика СВМПЭ) толщиной 8 мм в 2,6 раза выше, чем металлических образцов из Ст3 и в 6,7 выше, чем у фторопласта при прочих равных условиях. Чрезвычайно низкая адгезия к любым материалам и высокая износостойкость делает марки полиэтилена PE-500 и PE-1000 идеальным материалом для переменных условий работы при посеве.

**Ключевые слова:** двухдисковый сошник, влажность почвы, посев, износостойкость, полимерные материалы.

### IMPROVEMENTS OF DISK SEEDERS COULTERS FOR WORKING ON SOILS WITH VARIABLE MOISTURE

**Abstract.** Sowing is carried out in certain agronomic terms, and up to 80% of grain seeders produced at present are equipped with double-disc coulters. Excessive stickiness of the soil causes sticking of the tools, and dry and dried soil leads to disruption of the formation of the grooves, uneven seed placement and increased wear of the tools. Failure to comply with the agro technical deadlines leads to an excessive consumption of fuel, seed, labor time and labor costs and ultimately leads to a decrease in the yield of grain crops. Using various coatings, it is possible to reduce the force of adhesion of the soil to the metal. The most widely used are polymeric materials such as fluoroplastic and polyethylene. There is a good practice, both in the processing of working bodies of tillage equipment with liquid polymer compositions, and in the manufacture of individual or whole parts from plastic. Our analysis showed that most of the studies that develop soil-cultivating equipment with polymer coatings are devoted to sticking to the working organs of the soil, and little attention has been paid to the wear resistance of such equipment. Nevertheless, this problem does exist, since when soil moisture is up to 15%, the working bodies begin to experience higher loads and wear out more intensively. The frictional properties of the soil have a huge impact on the processes of its mechanical treatment. From 30 to 50% of the energy of machine-tractor units is spent on friction. The lower strength indices of fluoroplastic compared to polyethylene are confirmed by several studies. So the relative wear of polymeric materials (UHMWPE plastic) with a thickness of 8 mm is 2.6 times higher than that of metal samples and 6.7 higher than that of fluoroplastic, all other things being equal. Extremely low adhesion to any materials and high wear resistance make PE-500 and PE-1000 polyethylene grades the ideal material for variable working conditions when sowing.

**Keywords:** double disc coulters, soil moisture, sowing, wear resistance, polymeric materials.

**Введение.** Существует короткий промежуток времени, когда почва приобретает благоприятные для ее обработки физико-механические свойства, называемый агротехническим сроком. Соблюдение этих сроков и выдерживание заданного качества посева и определяют итоговую урожайность зерновых культур при минимальных затратах.

Таким образом, технологический процесс посева должен осуществляться в сжатые сроки, в которые почва имеет оптимальные значения липкости, плотности, гранулометрического состава и влажности.

Увеличенная влажность и липкость ведут к залипанию рабочих поверхностей сельскохозяйственных орудий почвенным слоем, из-за чего происходят сбои и нарушения технологического процесса посева, а зачастую и вовсе становится невозможным провести посевные работы в установленный агротехнический срок [1, 6].

С другой стороны сухая и чрезмерно высохшая почва ведет к нарушению образования бороздки, осыпанию ее в борозду, неравномерной заделке семян и повышенному трению рабочих поверхностей о почву, что в совокупности не позволяет соблюсти минимально приемлемую норму высева.

Иссушение почвы или скорость испарения с ее поверхности влаги зависит от целого ряда климатических и физико-механических свойств, как самой почвы, так и окружающей среды. Она выражается в миллиметрах слоя воды, испарившейся за единицу времени с единицы поверхности и в зависимости от региона составляет от 80 мм/год в полярных областях до 400...1800 мм/год в умеренных широтах с тенденцией роста при продвижении с северо-запада на юго-восток Евразии [2].

Повышенное испарение влаги из почвы сельскохозяйственных угодий объясняется тем, что в начале сезона насыщенные влагой почвы имеют темный цвет, несформировавшуюся структуру и лишены растительности, причем скорость испарения дополнительно увеличивается при низкой влажности воздуха и сильном ветре.

Таким образом, в различных погодных условиях агротехнические строки на проведение посевных работ могут нарушиться из-за непредсказуемости скорости испарения (несколько суток или даже часов).

Несоблюдение агротехнических сроков приводит к перерасходу топлива, посевного материала, рабочего времени и затрат труда и в конечном итоге приводит к снижению урожайности зерновых культур.

Эффективность посевных работ зависит от надежности и качественной работы сеялок при различных климатических условиях, и при переменных характеристиках почвы. Также большое значение на итоговое качество посевных работ оказывает вид используемого сошника (рисунок 1).

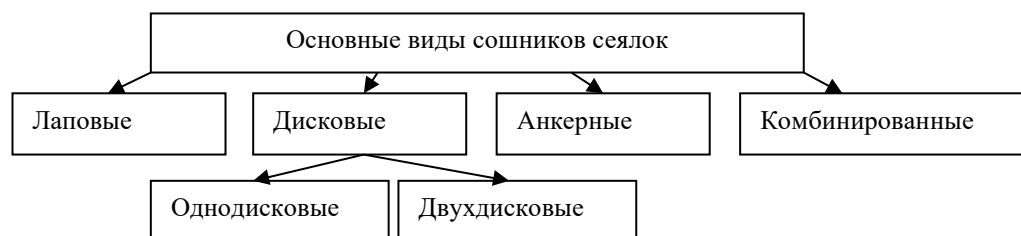


Рис. 1. Схема классификации сошников сеялок

Качество работы сошников зерновых сеялок представляет собой совокупность свойств, характеризующих успешность выполнения технологического процесса в определенных условиях посева. До 80% зерновых сеялок, выпускаемых в настоящее время оборудованы двухдисковыми сошниками. Залипание почвой дисковых сошников приводит к нарушению конфигурации бороздки, созданию предсошникового холма, и, следовательно, к неравномерности заделки семян по глубине. Залипшие почвой диски сошников теряют геометрическую форму, снижается качество работы, налипший слой почвы создает трение почвы по почве, что значительно увеличивает тяговое сопротивление, а на отдельных видах почвы (при большом переувлажнении) работа становится невозможной [1, 6].

Рядом испытаний подтверждено, что применение различных покрытий уменьшает интенсивность прилипания влажной почвы к металлическим рабочим органам. Так, например, при влажности почвы порядка 25% использование на ковше экскаватора эпоксидных композиций дает повышение производительности на 10...15%, а применение водяной смазки снижает тяговое усилие на 11%, эмульсионной - на 21% [3].

Также имеется положительная практика, как по покрытию рабочих органов почвообрабатывающей техники жидкими составами полимеров, так и изготовлению отдельных или целых частей из пластика, что значительно снижает негативное воздействие влажных почв на технологические процессы почвообработки.

Однако таким конструкциям присущи и весьма значительные недостатки: повышенный износ этих материалов, низкая ударопрочность и увеличение стоимости изготовления. Поиск новых конструкционных материалов и применение их в сельском хозяйстве на почвообрабатывающей технике позволит повысить надежность, качество и энергоэффективность множества технологических процессов.

Поэтому, одним из перспективных направлений является создание совершенствованной конструкции дисковых сошников, которая бы позволила нивелировать влияние переменных условий влажности почвы, изменчивых погодных условий и сбоев в сроках посева в агротехнические сроки, за счет применения полимерных материалов.

**Основная часть.** Большое влияние на процессы взаимодействия почвы с рабочими органами машинно-тракторных агрегатов оказывают ее фрикционные свойства. На трение затрачивается от 30 до 50% энергии, а его характер изменяется в зависимости от влажности почвы  $W_a$ .

Как показано на графике рисунка 2, при низкой влажности 0...10% почва не будет прилипать к металлу (отрезок  $ab$ ) и коэффициент трения  $f$  не зависит от влажности. На отрезке  $bc$   $f$  увеличивается, т.е. имеет место налипание почвы на металл. При влажности 50...80% почва в большей степени работает как смазка, поэтому  $f$  уменьшается (отрезок  $cd$ ).

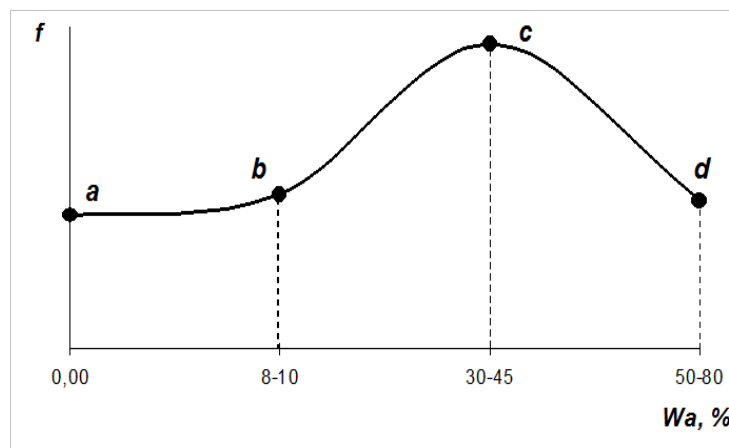


Рис. 2. Схема зависимости коэффициента трения  $f$  от влажности почвы  $W_a$

Дополнительно исходя из содержания в составе почвы физической глины (частицы менее 0,1 мм) будет происходить увеличение коэффициента трения рабочих органов о почвенный слой. Так, при наличии их в составе почвы до 10%  $f=0,1...0,2$ , а при 40% и выше  $f=0,4...0,6$ .

В силу своих специфических свойств наибольшее распространение получили такие полимерные материалы как фторопласт, полиэтилен и некоторые более дешевые виды пластиков. Они могут подвергаться повторной переработке с сохранением основных свойств. Плотность полиэтилена составляет 0,92...0,96 г/см<sup>3</sup>, что в 2,2...2,6 раза меньше, чем фторопласта, поэтому вес конструкции из полиэтилена меньше, чем из фторопласта. Помимо этого фторопласты обладают свойством хладотекучести, которое приводит к изменению геометрии рабочего органа при нагрузках. Согласно справочным данным, допустимые нагрузки на детали из некоторых фторопластов не должны превышать 3 МПа, что не соответствует исходным требованиям к почвообрабатывающим рабочим органам, функционирующим при твердости пласта до 4-6 МПа. Например, СВМПЭ полиэтилен низкой плотности монтировали в локальных зонах износа и области повышенного трения рабочего органа для послышной безотвальной обработки почвы, что обеспечило снижение тягового сопротивления на 18,3 % и улучшение качества крошения пласта на 6,8...10,4 % [4].

Основные свойства сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ, англ. Ultra-high molecular weight polyethylene, UHMW PE), обуславливающие его применение, - очень высокая износостойкость, низкий коэффициент трения и высокая вязкость разрушения (низкотемпературная надёжность). Так, по износостойкости СВМПЭ при допустимых для него температурах эксплуатации и некоторых абразивах превосходит тефлоны и даже углеродистые стали. Коэффициент трения СВМПЭ (по стали) - около 0,1. Коэффициент ударной вязкости - 170 кДж/м<sup>2</sup> (с надрезом - до 80 кДж/м<sup>2</sup>), рабочие температуры - от минус 260 °С до плюс 80 °С. Также СВМПЭ обладает очень низким для органических полимерных соединений водопоглощением, в пределах 0,01...0,05 %, что говорит о хорошем противодействии налипанию почвы на рабочие поверхности из этого материала.

Проведенный нами анализ показал, что большинство исследований, в которых разрабатывается почвообрабатывающая техника с полимерными покрытиями, посвящены налипанию на рабочие органы почвы, исследованию тягового сопротивления, а вопросам надежности и износостойкости такой техники уделено мало внимания. Тем не менее, данная проблема действительно существует, так как при влажности почв до 15 % рабочие органы начинают испытывать более высокие нагрузки и изнашиваются интенсивнее, чем при повышенной влажности, когда происходит налипание почвы.

Таким образом, например, существуют такие регионы нашей страны, в которых посевные работы приходится осуществлять в засушливых почвах, а зачастую в процессе посева бывает и так, что почва значительно теряет во влажности и диски сошников за один раз могут испытывать и проблемы с налипанием, и подвергаться повышенному износу. При этом на рынке сельскохозяйственной техники нет, каких либо посевных агрегатов предусматривающих переменные условия влажности почв, т.е. по всей стране используются одни и те же сеялки с одинаковыми сошниками.

Одним из известных типов производства СВМПЭ является РЕ-1000 и его более экономичный аналог РЕ-500, которые обладают большой ударопрочностью и износостойкостью в отношении образования зазубрин, а также минимальным коэффициентом трения при скольжении.

Чрезвычайно низкая адгезия к любым материалам и высокая износостойкость делает РЕ-500 и РЕ-1000 идеальным материалом для переменных условий работы при посеве.

Несмотря на это СВМПЭ, не используется в сельском хозяйстве, что можно объяснить высокой ценой и недоверием производителей и потребителей к новому материалу (впервые стали применяться с 1960-х годов), а также из-за того, что не всегда можно обеспечить надежное крепление СВМПЭ на рабочие поверхности сельскохозяйственных орудий.

**Экспериментальная часть.** Для выяснения зависимости агротехнических показателей от материала покрытия были проведены опыты на полях КСХП «Псынабский» Урванского района КБР. Почва - выщелоченный чернозём суглинистого механического состава.

Залипание сошников почвой изучалось на отвальном обработанном фоне при скоростях движения от 1,9 до 3,5 м/с. Влажность почвы по горизонтам 0..5 и 5...10 см, соответственно  $W_a=24,3$  и  $W_a=26,8$  %.

По итогам испытаний было установлено, что больше всего почва прилипает к сошникам серийного производства. Масса налипшей на них почвы была порядка 0,7 кг. На сошники с пентопластовым покрытием налипало 0,5...0,6 кг, что можно объяснить гидрофильностью этого материала. При этом залипаемость серийных сошников в 4,4...5,5 и в 1,9...2 раза больше, чем у покрытых фторопластом и полиэтиленом, соответственно (таблица 1) [1, 5, 6].

**Таблица 1 - Данные эксперимента по определению налипания почвы на диски сошников**

Вид испытуемого сошника	Масса налипшей почвы ( $W_a=24...26$ %), кг
серийный сошник	0,65...0,70
сошник с пентопластовым покрытием	0,51...0,56
сошник с фторопластовым покрытием	0,13...0,16
сошник с полиэтиленовым покрытием	0,34...0,38

С увеличением скорости залипание всех сошников уменьшается. Во всех случаях налипание почвы на диски сошников происходит с внешней стороны. На серийных сошниках налипший слой почвы образует нарост конусной формы с вершиной у ступицы диска. Это в результате приводит к изменению рабочей формы сошника и создаёт трение почвы о почву. С увеличением влажности почвы залипаемость серийных сошников увеличивается, и при влажности 28...30 % они практически неработоспособны [1, 6].

Из приведённых опытных данных следует, что существенно меньшей залипаемостью обладают сошники с фторопластовым покрытием при большей влажности почвы. Также неплохо себя показали сошники с полиэтиленовым покрытием.

Интересным будет сопоставить данные по проведенным нами экспериментам и известные свойства полимерных материалов [7, 8]. Таким образом, можно составить перечень полимерных конструкционных материалов для противодействия налипанию на рабочие органы не только в лабораторных условиях, но и при реальных полевых работах, с учетом таких факторов как износ на сухих почвах и сопротивлению удару о различные инородные и каменные материалы на полях (таблица 2).

**Таблица 2 - Свойства полимерных конструкционных материалов**

Вид полимерного материала	Водопоглощение, %	Коэффициент трения	Рабочие температуры, °С	Твердость по Шору, D	Разрушающее напряжение, МПа		
					растяжение	сжатие	изгиб
Фторопласт (Ф4)	менее 0,01	0,1	-260...+260	55-59	35	12	18
СВМПЭ (PE - 500)	0,01-0,05	0,1	-100...+80	66	21	100	28
СВМПЭ (PE - 1000)	0,01-0,05	0,1	-260...+80	64	21	100	20

Более низкие показатели прочности фторопласта по сравнению с полиэтиленом подтверждаются исследованиями [9]. По этим данным относительный износ полимерных материалов (пластика СВМПЭ) толщиной 8 мм в 2,6 раза выше, чем металлических образцов из Ст3 и в 6,7 выше, чем у фторопласта при прочих равных условиях.

Другими исследованиями [10], где проводилось экспериментальное определение износа различных видов трубного полиэтилена (ПЭ 80, ПЭ 100 и др.) по шлифовальной шкурке, установлено среднее значение износа  $I=3,1...3,8 \text{ мм}^3/\text{м}$ , что меньше чем у полиуретана ( $I=6,4 \text{ мм}^3/\text{м}$ ), эпоксидной смолы ( $I=8,3 \text{ мм}^3/\text{м}$ ), полистирола ( $I=9,7 \text{ мм}^3/\text{м}$ ) и фторопласта-4 ( $I=18 \text{ мм}^3/\text{м}$ ).

Эти данные также были проверены нами в рамках предварительного эксперимента на опытной установке по определению трения о нежестко закрепленные абразивные частицы (различные виды почв, влажностью до 15%) по ГОСТ 23.208-79, где испытывались образцы из фторопласта-4 и полиэтилена СВМПЭ PE-500/1000 и последние оказались до 4 раз и выше более стойкими к износу.

Таким образом, за счет совокупности положительных свойств СВМПЭ достигается как повышенная износостойкость и ударопрочность, так и достойные показатели по противодействию налипанию почвы, не уступающие фторопласту, но при этом данный материал более доступен по цене и стоек в экстремальных условиях эксплуатации.

**Заключение.** Проведенный анализ показал, что большинство исследований по модернизации посевных машинно-тракторных агрегатов, в частности двухдисковых сошников, направлены на преодоление проблемы налипания почвы при влажности их работы от 20% и выше. Однако при этом исследователями не учитываются возникающие при снижении менее 15% влажности почвы факторы, способствующие интенсивному износу рабочих органов.

Применение полиэтиленовых покрытий на сошниках сеялок, например, накладок на дисках из СВМПЭ PE-1000/500, позволит повысить износостойкость, ударопрочность и в разы

увеличить противодействие налипанию почвы. Это подтверждается результатами предварительного опыта, проведенного нами и экспериментами, проведенными ранее другими авторами. При этом необходимо разрабатывать надежные способы крепления СВМПЭ на рабочие поверхности почвообрабатывающей техники, например [11], которые с минимальной потерей времени позволят проводить переоборудование, техническое обслуживание и ремонт модернизированных рабочих органов.

#### Библиография

1. Модернизация зерновой сеялки для работы в условиях повышенной влажности почв / Апажев А.К., Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 3 (43). С. 238-245.
2. Испарение и испаряемость. Скорость испарения / URL: [https://studopedia.ru/1\\_20878\\_isparenie-i-isparyаемost-skorost-ispareniya.html](https://studopedia.ru/1_20878_isparenie-i-isparyаемost-skorost-ispareniya.html) (дата обращения 10.10.2019).
3. Уменьшение налипания грунта к рабочим органам / URL: <http://stroy-technics.ru/article/umenshenie-nalipaniya-grunta-k-rabochim-organam> (дата обращения 10.10.2019).
4. Использование пластика в конструкциях почвообрабатывающих рабочих органов / Пархоменко Г.Г., Божко И.В., Громаков А.В., Пахомов В.И. // Тракторы и сельхозмашины. 2017. № 8. С. 8-15.
5. Ероков, М.Б. Исследование и обоснование режимов работы сошника зерновой сеялки в условиях повышенной влажности почвы: дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Ероков Мурат Борисович. - Нальчик, 2000. - 153с.
6. Нотов, Р.А. Исследование работы дисковых сошников сеялки с полимерным покрытием / Аграрный вестник Урала. 2013. №7(113). С. 33-34.
7. Свойства фторопласта-4 / URL: <https://ftoroplast.com.ru/f4-features/> (дата обращения 9.10.2019)
8. Свойства СВМПЭ / URL: <https://ftoroplast.com.ru/uhmwpe/> (дата обращения 9.10.2019)
9. Перспективы применения пластиков в конструкциях современных сельскохозяйственных машин / Пахомов В.И., Брагинец С.В., Бурьянов А.И., Московский М.Н. // В сборнике: Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. 2015. С. 26-29.
10. К оценке износостойкости трубных марок полиэтилена / Качалина А.В., Калугина Е.В., Коврига В.В. // Полимерные трубы. 2007. № 1 (15). С. 42-43.
11. Патент 190896 Российская Федерация, МПК А 01 С 7/20. Двухдисковый сошник / А.Т. Лебедев, В.В. Очинский, Н.А. Марьин, А.К. Апажев, Р.А. Нотов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ. № 2019110459; заявл. 08.04.2019; опубл. 16.07.2015, Бюл. № 20.

#### References

1. Modernizaciya zernovoj seyalki dlya raboty v usloviyah povyshennoj vlazhnosti pochv [Modernization of a grain seeder for work in conditions of high soil moisture] / Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Khazhmetov L.M. // Bulletin of the Lower Volga agro-university complex: Science and higher professional education. 2016. No. 3 (43). Pp. 238-245.
2. Isparenie i isparyaemost'. Skorost' ispareniya [Evaporation and evaporation. Evaporation rate] / URL: [https://studopedia.ru/1\\_20878\\_isparenie-i-isparyаемost-skorost-ispareniya.html](https://studopedia.ru/1_20878_isparenie-i-isparyаемost-skorost-ispareniya.html) (accessed 10.10.2019).
3. Umen'shenie nalipaniya grunta k rabochim organam [Reducing the adhesion of soil to the working bodies] / URL: <http://stroy-technics.ru/article/umenshenie-nalipaniya-grunta-k-rabochim-organam> (accessed 10.10.2019).
4. Ispol'zovanie plastika v konstrukciyah pochvoobrabatyvayushchih rabochih organov [The use of plastic in the construction of tillage working bodies] / Parkhomenko G.G., Bozhko I.V., Gromakov A.V., Pakhomov V.I. // Tractors and agricultural machinery. 2017. No. 8. Pp. 8-15.
5. Erovkov M.B. Issledovanie i obosnovanie rezhimov raboty soshnika zernovoj seyalki v usloviyah povyshennoj vlazhnosti pochvy [The study and justification of the operating modes of the opener of the grain seeder in conditions of high soil moisture]: diss. ... cand. tech. Sciences: 05.20.01 / Erovkov Murat Borisovich. Nalchik, 2000. 153 s.
6. Notov R.A. Issledovanie raboty diskovyh soshnikov seyalki s polimernym pokrytiem [Study of the work of disc coulters of a seeder with a polymer coating] / Agrarian Bulletin of the Urals. 2013. No. 7 (113). Pp. 33-34.
7. Fluoroplast-4 Properties [Fluoroplast-4 Properties] / URL: <https://ftoroplast.com.ru/f4-features/> (accessed October 9, 2019)
8. UHMWPE properties [UHMWPE properties] / URL: <https://ftoroplast.com.ru/uhmwpe/> (accessed October 9, 2019)
9. Perspektivy primeneniya plastikov v konstrukciyah sovremennyh sel'skohozyajstvennyh mashin [Prospects for the use of plastics in the construction of modern agricultural machines] / Pakhomov V.I., Braginets S.V., Buryanov A.I., Moskovsky M.N. // In the collection: Intelligent machine technologies and equipment for the implementation of the State Program for the Development of Agriculture Collection of scientific reports of the International Scientific and Technical Conference. All-Russian Research Institute of Agricultural Mechanization. 2015. Pp. 26-29.

10. К оценке износостойкости трубных марок полиэтилена [On the evaluation of the wear resistance of pipe grades of polyethylene] / Kachalina A.V., Kalugina E.V., Kovriga V.V. // Polymer pipes. 2007. No. 1 (15). Pp. 42-43.

11. Patent 190896 Russian Federation, IPC A 01 C 7/20. Dvuhdiskovyy soshnik [Double disc opener] / A.T. Lebedev, V.V. Ochinsky, N.A. Maryin, A.K. Apazhev, R.A. Notov; Applicant and patent holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Stavropol State Agrarian University». No. 2019110459; declared 04/08/2019; publ. 07/16/2015, Bull. N 20.

#### **Сведения об авторах**

Нотов Руслан Адальбиевич, инженер, соискатель кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, e-mail: iskenderov\_ramil@inbox.ru

Лебедев Анатолий Тимофеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, e-mail: lebedev.1962@mail.ru

Искендеров Рамиль Рашидович, кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса, стандартизации и метрологии, ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, 355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12, тел. +7 918-762-34-67, e-mail: iskenderov\_ramil@inbox.ru

#### **Information about authors**

Notov Ruslan Adalbievich, engineer, applicant for the department of technical service, standardization and metrology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Stavropol State Agrarian University», 355017, Stavropol, per. Zootechnical, 12, e-mail: iskenderov\_ramil@inbox.ru

Lebedev Anatoly Timofeevich, doctor of technical sciences, professor, head of the department of technical service, standardization and metrology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Stavropol State Agrarian University», 355017, Stavropol, per. Zootechnical, 12, e-mail: lebedev.1962@mail.ru

Iskenderov Ramil Rashidovich, candidate of technical sciences, associate professor of the department of technical service, standardization and metrology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Stavropol State Agrarian University», 355017, Stavropol, per. Zootechnical, 12, tel. +7 918-762-34-67, e-mail: iskenderov\_ramil@inbox.ru

УДК 631.37:62-192.001.2

*А.А. Серёгин, А.Г. Пастухов. Н.А. Глечикова*

## ФУНКЦИОНАЛЬНО-КОНСТРУКТИВНОЕ РЕЗЕРВИРОВАНИЕ ОПОР КАЧЕНИЯ С КОНИЧЕСКИМИ РОЛИКОПОДШИПНИКАМИ

**Аннотация.** Эксплуатационная надежность сельскохозяйственных машин и оборудования неразрывно связана с работоспособностью подшипниковых узлов, как основных сборочных единиц, обеспечивающих вращение рабочих валов механических передач. В подшипниковых узлах, при наличии высоких радиальных и осевых нагрузок, что характерно для условий работы в сельскохозяйственных машинах и оборудовании, широко применяются конические радиально-упорные роликовые подшипники. На основании анализа конструктивных особенностей конических подшипников, включающих детали и их соединения, определены основные низшие элементы рассматриваемой технической системы – рабочие поверхности дорожек качения колец и тел качения, которые лимитируют надежность конических опор качения. Предложен метод по повышению надежности конических подшипников, сущность которого обуславливается функционально-конструктивным резервированием путем создания на рабочей поверхности качения наружного кольца или борта внутреннего кольца конического роликоподшипника устройства резервирования в виде углубления, которое будет постоянно выполнять функцию разгрузки тел качения от рабочей контактной нагрузки и сил трения скольжения в циклических зонах деформации. Функционально-конструктивное резервирование способствует снижению затрат энергии на трение скольжения в циклических зонах деформации контактирующих элементов и позволяет повысить интегральную и интервальную надежность подшипниковых узлов. Преимуществом функционально-конструктивного резервирования является способность модернизированных элементов выполнять дополнительные избыточные функции, которые повышают вероятность безотказной работы системы в тяжелых условиях функционирования. Для определения вероятности безотказной работы опор качения с коническими подшипниками использована структурная схема, в которой элементы, отказ которых приводит к отказу всей системы, изображаются последовательно, а дополнительные конструктивные мероприятия, направленные на увеличение вероятности безотказной работы, – параллельно. В результате реализации метода установлено, что резервирование рабочей поверхности дорожки качения наружного кольца позволяет увеличить расчетную вероятность безотказной работы системы «вал – опоры качения» в 6,4 раза, а при резервировании рабочей поверхности упорного борта внутреннего кольца увеличение расчетной вероятности безотказной работы системы «вал – опоры качения» составит 7,4 раза.

**Ключевые слова:** рабочая поверхность, дорожка качения, резервирование, вероятность безотказной работы, надежность.

### FUNCTIONAL AND STRUCTURAL REDUNDANCY ROLLING SUPPORTS WITH CONICAL ROLLER BEARINGS

**Abstract.** Operational reliability of agricultural machines and equipment is inextricably connected with operability of bearing units as main assemblies providing rotation of working shafts of mechanical transmissions. Conical radial-thrust roller bearings are widely used in bearing units with high radial and axial loads, which is typical for working conditions in agricultural machines and equipment. On the basis of analysis of design features of conical bearings, including parts and their connections, the main lower elements of the technical system under consideration are determined - working surfaces of races of rings and rolling bodies, which limit reliability of conical rolling supports. Disclosed is a method for improving reliability of conical bearings, the essence of which is caused by functional and structural redundancy by creating on the working rolling surface of the outer ring or the inner ring side of the conical roller bearing a backup device in the form of a recess, which will constantly perform the function of unloading rolling bodies from the working contact load and sliding friction forces in cyclic deformation zones. Functional-structural redundancy contributes to reduction of energy consumption for sliding friction in cyclic deformation zones of contacting elements and increases integral and interval reliability of bearing units. The advantage of functional redundancy is the ability of the upgraded elements to perform additional redundant functions that increase the probability of failure-free operation of the system under difficult operating conditions. For determination of probability of no-failure operation of support of swing with conic bearings the block diagram in which elements which refusal leads to refusal of all system are represented consistently, and the additional constructive actions directed to increase in probability of no-failure operation, - in parallel is used. As a result of implementation of the method it is established that redundancy of the working surface of the rolling track of the outer ring allows to increase the design probability of failure-free operation of the shaft-rolling support system by 6.4 times, and at redundancy of the working surface of the thrust side of the inner ring the increase of the design probability of failure-free operation of the «shaft-rolling support» system will be 7.4 times.

**Keywords:** working surface, rolling track, redundancy, probability of failure-free operation, reliability.

**Введение.** Конические радиально-упорные подшипники являются наиболее распространенными и занимают одно из ведущих мест в конструкциях машин и оборудования агропромышленного комплекса. Чаще всего они используются в таких механизмах, как ступицы



колес и катков тракторов и сельскохозяйственной спецтехники, рулевые колонки, дифференциалы самоходных машин, валы коробок передач, общемашиностроительные редукторы, в том числе механических приводов конвейеров и транспортеров. Надежность опор качения с коническими подшипниками зависит от многих факторов и во многом определяется точностью изготовления элементов подшипников и условиями функционирования узлов [1, 2, 3].

Существующая конструкция конических подшипников не может, в пределах приемлемой точности изготовления, обеспечить изначальную полноту контакта сразу трёх конических поверхностей в соединении «наружное кольцо – ролик – внутреннее кольцо». Приемлемая ситуация возникает только после значительного периода приработки рабочих поверхностей. Однако, при этом происходит их повышенный износ и неконтролируемое увеличение предварительно установленного монтажного зазора. Инженерными службами подшипниковых заводов проводятся широкие работы по дальнейшему увеличению статической и динамической грузоподъемности, долговечности и безотказности подшипников качения путем совершенствования их конструкций, модернизации технологии производства, повышения качества материалов на базе новой техники, передовых технологий, автоматизации и цифровизации производства. Таким образом, совершенствование конструктивных средств и разработка способов снижения износа рабочих поверхностей тел и дорожек качения конических подшипников следует рассматривать как один из основных способов повышения эксплуатационной надежности и эффективности функционирования опор качения машин и оборудования агропромышленного комплекса (АПК).

**Цель исследований** состоит в разработке методов функционально-конструктивного резервирования, которые за счет снижения сил трения скольжения в циклических зонах деформации контактирующих элементов, обеспечивают увеличение вероятности безотказной работы и повышение надежности функционирования опор качения с коническими подшипниками.

**Материалы и методы исследования.** На основе информационно-аналитических исследований, системного подхода и анализа технических средств определены методы специального резервирования, способствующие повышению надежности подшипниковых узлов, управление которыми позволяют повысить интегральную и интервальную надежность системы и обеспечивать поддержание заданного уровня коэффициента готовности сельскохозяйственной техники.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Причиной отказов большинства опор качения с коническими подшипниками является усталостный износ рабочих поверхностей тел и дорожек качения, который, в первую очередь, обусловлен конструктивными, технологическими и эксплуатационными факторами, а также их особенностями и функциональным предназначением этих подшипников.

Основной конструктивной особенностью конических роликовых подшипников, влияющей на надежность и эффективность функционирования, является их многофункциональность по восприятию внешних нагрузок. При этом при нагружении конического роликового подшипника осевой нагрузкой на ролики действует сила, которая стремится вытолкнуть тела качения из зоны нагрузки. Для того чтобы ролики удерживать в зоне нагрузки, конструкция внутреннего кольца конического подшипника снабжена упорным бортом, в который упираются тела качения большими торцами [4]. В зонах контакта больших торцов роликов с упорным бортом внутреннего кольца подшипника возникает сила трения скольжения, которая приводит к развороту тел качения, и дальнейшее их вращательное движение будет происходить не по траектории конуса, вершина которого располагается на оси подшипника. Это взаимодействие сопровождается интенсивным износом контактирующих поверхностей в зонах контакта и нагревом элементов подшипника.

Описанный характер вращательного движения комплекта роликов будет происходить с дифференциальным скольжением тел качения в местах их контакта с дорожками качения колец, вызванного разницей скоростей точек в пятне контакта, по крайней мере, до контакта малого и (или) большого торцов роликов с противоположными стенками сепаратора. При

дальнейшем движении роликов произойдет контакт кромок поверхностей торцов роликов со стенками сепаратора, и возникнут силы взаимодействия между стенками сепаратора и кромками поверхностей торцов роликов. Дифференциальное скольжение и скольжение от возникновения нормальных сил взаимодействия торцов роликов с сепаратором и сил трения скольжения в контакте кромок торцов роликов с сепаратором изменяют характер работы конического подшипника [5].

Если до разворота тел качения в коническом подшипнике практически отсутствует трение скольжения, обусловленное скольжением торцов роликов по упорному борту, и процесс изнашивания в зонах контакта тел качения с дорожками качения колец вызван наличием трения качения роликов по беговым дорожкам. То после разворота роликов и взаимодействия их с сепаратором происходит резкий рост сил трения скольжения в зонах контакта роликов с дорожками качения, качение роликов по кольцам практически отсутствует, а процесс изнашивания взаимодействующих рабочих поверхностей тел и дорожек качения протекает интенсивнее.

В работе [5] автором была получена аналитическая зависимость, которая описывает условие скольжения роликов по дорожкам качения в коническом подшипнике:

$$P_C = \frac{F_B}{2(\mu_C \cdot \cos \psi_C + \sin \psi_C)}, \quad (1)$$

где  $P_C$  – нормальная нагрузка, возникающая при взаимодействии ролика и сепаратора, Н;  
 $F_B$  – сила трения скольжения, возникающая при контакте ролика с бортом внутреннего кольца, Н;

$\mu_C$  – коэффициент трения скольжения в контакте ролика с сепаратором, при котором происходит движение роликов со скольжением по дорожкам качения колец;

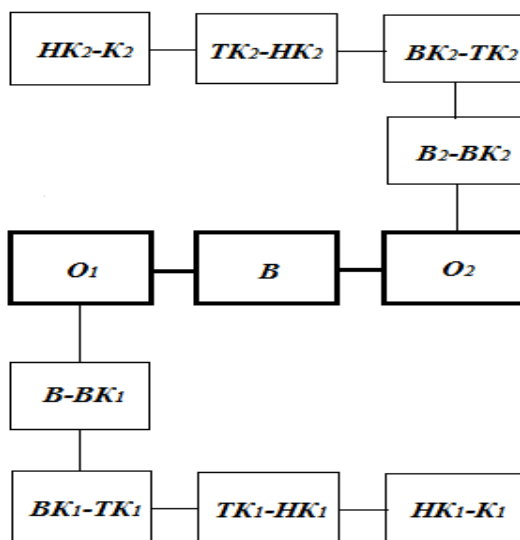
$\psi_C$  – угол, между вектором силы  $P_C$  и осью перпендикулярной оси вращения подшипника, град.

Как следует из формулы (1), обязательным условием скольжения роликов в коническом подшипнике является наличие силы трения скольжения в зонах контакта больших торцов роликов с упорным бортом внутреннего кольца, что сопровождается интенсификацией трения скольжения, которое приводит к износу торцевых и рабочих поверхностей элементов подшипника, а также является основной причиной их низкой надежности.

Повышение надежности опор качения с коническими роликовыми подшипниками может быть достигнуто методом функционально-конструктивного резервирования, который предполагает за счет создания средств и устройств в элементах конического подшипника, выполняющих дополнительные функции, изменять характер нагружения роликов, скоростной и температурный режимы, условия смазки и способствует увеличению вероятности безотказной работы (ВБР) [6].

С точки зрения системного анализа опоры качения представляют собой механическую систему, состоящую из элементов и рабочих поверхностей. Решить задачу повышения надежности такой системы можно с помощью метода расчета схемной надежности, для которой вероятность безотказной работы в любой момент времени определяется как для последовательной структуры контактирующих поверхностей [7, 8].

Представим исходную техническую систему соединения «вал – опоры качения» в виде структурной схемы взаимодействующих рабочих поверхностей элементов (рисунок 1), в которой рабочие поверхности, отказ которых приводит к отказу всей системы, изображаются последовательно, а дополнительные средства и устройства, направленные на увеличение вероятности безотказной работы, – параллельно.



*В* – вал; *О* – опоры; 1, 2 – номер опоры; *НК-К* – соединение «наружное кольцо – корпус»; *ТК-НК* – соединение «тела качения – наружное кольцо»; *ВК-ТК* – соединение «внутренне кольцо – тела качения»; *В-ВК* – соединение «вал – внутренне кольцо»

**Рис. 1. Исходная структурная схема технической системы «вал – опоры качения»**

Вероятность безотказной работы данной технической системы определится как произведение ВБР ее составляющих в соответствии со структурой схемы (рисунок 1):

$$P_{B-o}(t) = P_{O_1}(t) \cdot P_B(t) \cdot P_{O_2}(t), \tag{2}$$

где  $P_{B-o}(t)$ ,  $P_B(t)$ ,  $P_{O_1}(t)$ ,  $P_{O_2}(t)$  – ВБР системы «вал – опоры качения», вала, первой и второй опор, соответственно.

Для вала ВБР  $P_B(t)$  без учета ВБР его рабочих поверхностей под опоры качения зависит от механических свойств материала, из которого он изготовлен, следовательно принимаем  $P_B(t)=1$ , а надежность системы «вал – опоры качения» будет, в основном, определяться ВБР опор  $O_1$  и  $O_2$ . ВБР опор качения будет состоять из произведения ВБР их рабочих поверхностей и включать в себя ВБР контактирующих рабочих поверхностей соединений В-ВК, ВК-ТК, ТК-НК и НК-К, ВБР которых определится по выражениям (рисунок 1):

$$P_{O_1}(t) = P_{B-VK_1}(t) \cdot P_{VK_1-TK_1}^n(t) \cdot P_{TK_1-NK_1}^n(t) \cdot P_{NK_1-K_1}(t), \tag{3}$$

$$P_{O_2}(t) = P_{B-VK_2}(t) \cdot P_{VK_2-TK_2}^n(t) \cdot P_{TK_2-NK_2}^n(t) \cdot P_{NK_2-K_2}(t), \tag{4}$$

где  $n$  – число тел качения в подшипнике.

На основе результатов исследований с применением метода экспертных оценок [9] и данных литературных источников приняты следующие значения ВБР каждого соединения:  $P_{B-VK_1}(t)=0,923$ ,  $P_{VK_1-TK_1}^n(t)=P_{TK_1-NK_1}^n(t)=0,955$ ,  $P_{NK_1-K_1}(t)=0,932$ .

На основании принятых данных ВБР каждой опоры качения будет равна:

$$P_{O_1}(t) = P_{O_2}(t) = (0,923 \cdot 0,955^{10} \cdot 0,955^{10} \cdot 0,932) = 0,343, \tag{5}$$

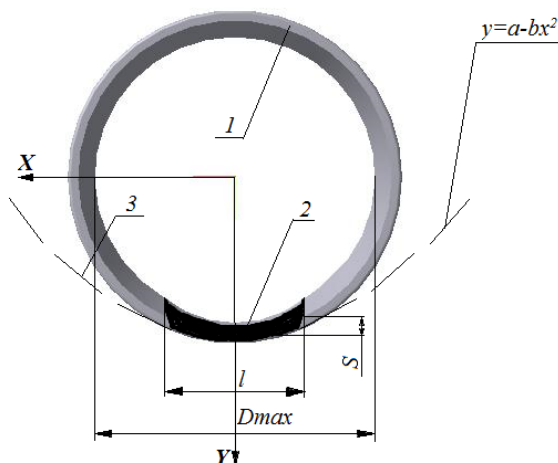
а вероятность безотказной работы технической системы «вал – опоры качения» составит

$$P_{B-o}(t) = 0,343 \cdot 1 \cdot 0,343 = 0,118. \tag{6}$$

Данное значение ВБР сборочной единицы, как составного элемента агрегата, является очень низким для нормального функционирования технической системы «вал – опоры качения», поэтому необходимо разработать мероприятия, направленные на повышение надежности опор. В этой связи для повышения надежности опор качения с коническими роликовыми подшипниками воспользуемся методом функционально-конструктивного резервирования на основе следующих способов.

Первый способ заключается в создании на поверхности качения наружного кольца конического роликоподшипника устройства резервирования, которое будет постоянно выполнять функцию разгрузки тел качения от рабочей контактной нагрузки и сил трения скольжения в циклических зонах деформации. В этом случае, устройство резервирования представляет собой местное углубление рабочей поверхности дорожки качения наружного кольца конического подшипника [10] (рисунок 2), параметры и форма, которой должны удовлетворять следующим условиям:

- в местах соединения поверхности устройства резервирования 2 и поверхности дорожки качения, значения уравнений геометрических сечений поверхностей одинаковы;
- первые производные уравнений геометрических сечений поверхностей в местах их соединения равны.



1 – наружное кольцо; 2 – устройство резервирования; 3 – уравнение кривой

**Рис. 2. Наружное кольцо конического подшипника с устройством резервирования на дорожке качения**

Этим условиям удовлетворяет поверхность устройства резервирования, геометрическим сечением которой является парабола, описываемая уравнением:

$$y = a - bx^2, \quad (7)$$

где  $a$  – свободный член;  $b$  – коэффициент.

Величина свободного члена  $a$  определяется из функционального состояния обязательной разгрузки роликов от рабочей контактной нагрузки в устройстве резервирования и равна  $a = 0,5D_{\max} + S$ . В уравнении:  $D_{\max}$  – наибольший диаметр дорожки качения наружного кольца (мм),  $S$  – глубина устройства (канавки) резервирования (мм).

Значение коэффициента  $b$  определяется состоянием плавного соединения поверхности устройства резервирования с поверхностью дорожки качения наружного кольца подшипника, которое должно происходить на длине хорды окружности наружного кольца  $l = D_{\max} \sin(\pi/z)$  (мм), тогда получим  $b = 1 / \{D_{\max} \cos(\pi/z)\}$  (мм), здесь  $z$  – число тел качения в подшипнике.

Такое устройство резервирования в процессе эксплуатации опор качения с коническими подшипниками будет выполнять дополнительную функцию по разгрузки роликов от рабочей контактной нагрузки и снижению сил трения скольжения, что приведет к повышению ВБР системы «вал – опоры качения».

Для определения значения ВБР системы «вал – опоры качения» в исходную структурную схему (рисунок 1) введем параллельный элемент – устройство резервирование (УР), расположенный в зоне контакта рабочих поверхностей соединения ТК-НК (рисунок 3).

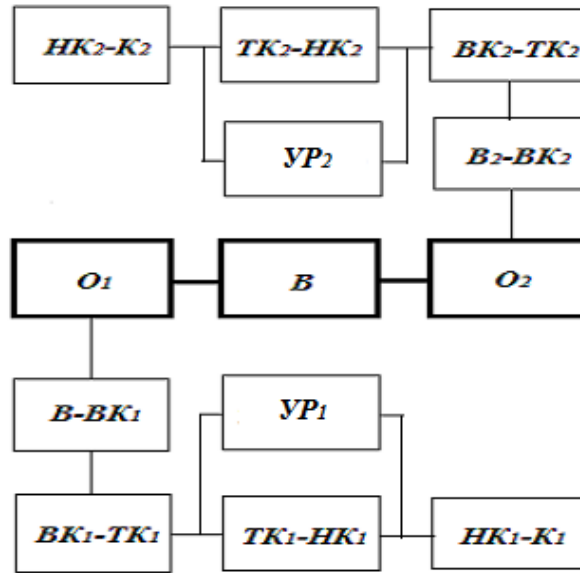


Рис. 3. Структурная схема технической системы «вал – опоры качения» с устройством резервирования на рабочей поверхности наружного кольца

Для полученной структурной схемы рассматриваемой технической системы ВБР определится согласно [11] по уравнениям:

$$P_{O_1}(t) = 1 - \left[ 1 - \left( P_{B-BK_1}(t) \cdot P_{BK_1-TK_1}^n(t) \cdot P_{TK_1-HK_1}^n(t) \cdot P_{HK_1-K_1}(t) \right) \right] \times \left( 1 - P_{YP_1}^{HK_1} \right), \quad (8)$$

$$P_{O_2}(t) = 1 - \left[ 1 - \left( P_{B-BK_2}(t) \cdot P_{BK_2-TK_2}^n(t) \cdot P_{TK_2-HK_2}^n(t) \cdot P_{HK_2-K_2}(t) \right) \right] \times \left( 1 - P_{YP_2}^{HK_2} \right), \quad (9)$$

где  $P_{YP_1}^{HK_1}, P_{YP_2}^{HK_2}$  – величина ВБР, соответственно, первого и второго подшипников с устройством резервирования на рабочей поверхности дорожки качения наружного кольца.

Величина ВБР  $P_{YP_1}^{HK_1}$  и  $P_{YP_2}^{HK_2}$  будет определяться характером нагружения наружного кольца подшипника с устройством резервирования, зависящим от того, вращается или нет данное кольцо относительно действующей на него нагрузки [2, 12]. При местном характере нагружения наружного кольца, каждое тело качения, за каждый свой оборот вокруг оси подшипника, будет попадать в устройство резервирования, где тела качения освобождаются от действия контактных внутренних сил со стороны дорожек качения и сил трения скольжения между торцами роликов и упорным бортом, что приводит к самоустановке, т.е. свободной корректировке своего положения относительно других роликов.

При циркуляционном характере нагружения наружного кольца свободная корректировка тел качения будет происходить несколько раз за каждый их оборот вокруг оси подшипника. Следовательно, в этом случае ВБР наружного кольца роликоподшипника будет больше, чем при местном виде нагружения.

Учитывая, что в большинстве узлов сельскохозяйственных машин и оборудования АПК, в которых используются конические роликовые подшипники, наружные кольца имеют местный характер нагружения, принимаем  $P_{YP_1}^{HK_1} = P_{YP_2}^{HK_2} = 0,8$ , тогда получим:

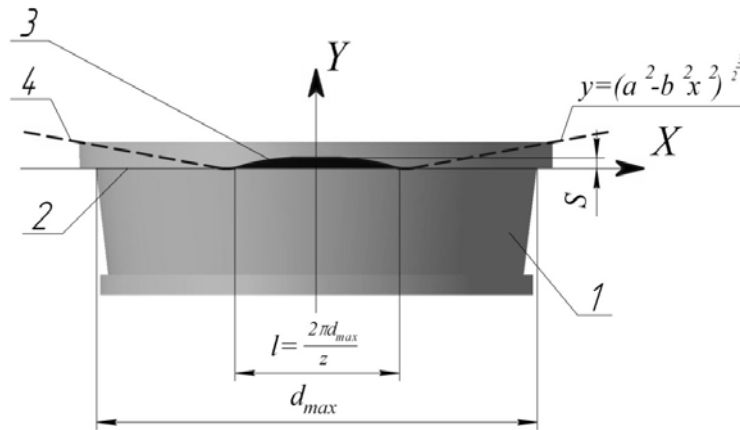
$$P_{O_1}(t) = P_{O_2}(t) = 1 - \left[ 1 - \left( 0,923 \cdot 0,955^{10} \cdot 0,955^{10} \cdot 0,932 \right) \right] \times \left( 1 - 0,8 \right) = 0,87, \quad (10)$$

а ВБР технической системы «вал – опоры качения» будет равна:

$$P_{B-O}(t) = 0,87 \cdot 1 \cdot 0,87 = 0,76, \quad (11)$$

что в 6,4 раза выше, чем при функционировании опор качения с коническими роликоподшипниками без устройства резервирования на дорожке качения наружного кольца.

Второй способ повышения надежности подшипниковых узлов методом функционально-конструктивного резервирования заключается в формировании устройства резервирования в виде углубления на рабочей поверхности упорного борта внутреннего кольца конического подшипника (рисунок 4), которое также будет обеспечивать разгрузку роликов от рабочей контактной нагрузки и сил трения скольжения в циклических зонах деформации контактирующих элементов.



1 – внутреннее кольцо; 2 упорный борт; 3 – устройство резервирования; 4 – кривая

**Рис. 4. Внутреннее кольцо конического подшипника с устройством резервирования на упорном борту**

В такой модификации устройство резервирования представляет собой углубление рабочей поверхности упорного борта [13, 14], параметры и форма которого будут удовлетворять вышеперечисленным условиям. Анализ распространенных геометрических поверхностей показал, что наиболее приемлемой формой углубления рабочей поверхности упорного борта внутреннего кольца конического подшипника, с точки зрения целесообразности и технологичности изготовления, является поверхность, геометрическим сечением которой является кривая, описываемая уравнением

$$y = (a^2 - b^2 \cdot x^2)^{3/2}, \quad (12)$$

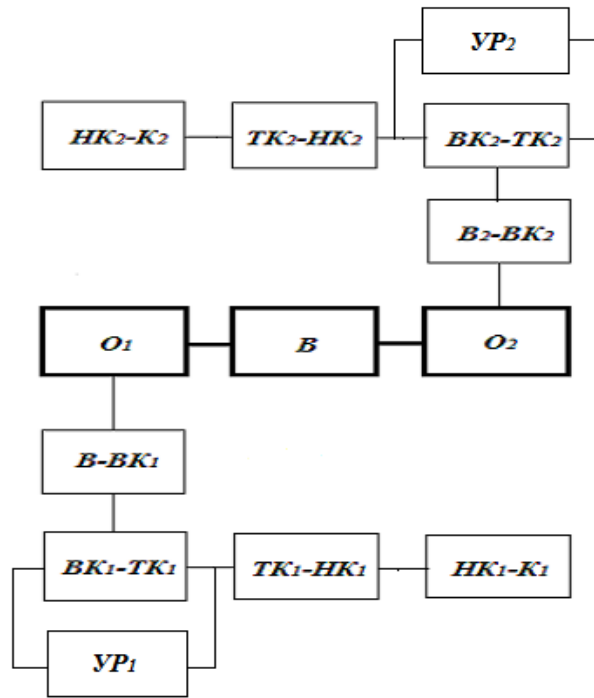
где  $a=S$  – свободный член, мм;

$b=(Sz)/(\pi d_{max})$  – коэффициент;

$d_{max}$  – максимальный диаметр дорожки качения внутреннего кольца, мм.

Значение коэффициента  $b$  определено из состояния сопряжения поверхности устройства резервирования с рабочей поверхностью упорного борта, которое должно происходить по длине хорды окружности внутреннего кольца подшипника равной  $l=(2\pi d_{max})/z$ .

Данное устройство резервирования в процессе функционирования опор качения с коническими роликоподшипниками будет выполнять дополнительную функцию по устранению контакта больших торцов роликов с рабочей поверхностью упорного борта. Это повлечет разгрузку роликов от рабочей контактной нагрузки и снижение сил трения скольжения в циклических зонах деформации, что приведет к повышению ВБР системы «вал – опоры качения». В этом случае, для определения значения ВБР технической системы «вал – опоры качения» в исходную структурную схему (рисунок 1) введем параллельный элемент – устройство резервирования (УР), расположенный в зоне контакта рабочих поверхностей соединения ВК-ТК (рисунок 5).



**Рис. 5.** Структурная схема технической системы «вал – опоры качения» с устройством резервирования на рабочей поверхности упорного борта внутреннего кольца

Согласно уравнениям (8) и (9) ВБР усовершенствованной технической системы определится как:

$$P_{O_1}(t) = 1 - \left[ 1 - \left( P_{B-BK_1}(t) \cdot P_{BK_1-TK_1}^n(t) \cdot P_{TK_1-НК_1}^n(t) \cdot P_{НК_1-К_1}(t) \right) \right] \times \left( 1 - P_{УР_1}^{BK_1} \right), \quad (13)$$

$$P_{O_2}(t) = 1 - \left[ 1 - \left( P_{B-BK_2}(t) \cdot P_{BK_2-TK_2}^n(t) \cdot P_{TK_2-НК_2}^n(t) \cdot P_{НК_2-К_2}(t) \right) \right] \times \left( 1 - P_{УР_2}^{BK_2} \right), \quad (14)$$

где  $P_{УР_1}^{BK_1}, P_{УР_2}^{BK_2}$  – величина вероятностей безотказной работы, соответственно, подшипников первой и второй опоры с устройством резервирования на рабочей поверхности упорного борта внутреннего кольца.

Величину ВБР  $P_{УР_1}^{BK_1}$  и  $P_{УР_2}^{BK_2}$  примем в зависимости от характера нагружения внутреннего кольца подшипника. Поскольку внутреннее кольцо подшипника в узлах сельскохозяйственных машин имеет преимущественно циркуляционный характер нагружения и разгрузка тел качения происходит несколько раз за каждый их оборот вокруг оси подшипника, принимаем  $P_{УР_1}^{НК_1} = P_{УР_2}^{НК_2} = 0,9$ , тогда в результате получим:

$$P_{O_1}(t) = P_{O_2}(t) = 1 - \left[ 1 - \left( 0,923 \cdot 0,955^{10} \cdot 0,955^{10} \cdot 0,932 \right) \right] \times (1 - 0,9) = 0,934, \quad (15)$$

а ВБР технической системы «вал – опоры качения» будет равна:

$$P_{B-O}(t) = 0,934 \cdot 1 \cdot 0,934 = 0,87, \quad (16)$$

что на 14% выше, чем при функционально-конструктивном резервировании в циклических зонах деформации в контакте рабочих поверхностей дорожки качения наружного кольца и роликов конического подшипника.

Мероприятия аналогичного характера апробированы в исследованиях работоспособности специализированных подшипниковых узлов транспортной и технологической техники, в которых подтверждается результат повышения надежности и эффективности эксплуатации с применением функционально-конструктивного резервирования [15, 16].

**Выводы.** На основании обобщения приведенных результатов можно сделать следующие выводы.

1. Для повышения надежности и эффективности функционирования опор качения с коническими роликоподшипниками рекомендуется использовать метод функционально-конструктивного резервирования, заключающийся в создании дополнительных устройств резервирования в циклических зонах деформации контактирующих поверхностей элементов роликоподшипников.

2. Предложенный способ формирования устройства резервирования на рабочей поверхности дорожки качения наружного кольца позволяет увеличить расчетную ВБР технической системы «вал – опоры качения» с коническими роликоподшипниками в 6,4 раза.

3. Функционально-конструктивное резервирование опор качения с коническими роликоподшипниками в циклических зонах деформации в контакте больших торцов роликов и рабочей поверхности упорного борта внутреннего кольца способствует увеличению расчетной ВБР технической системы «вал – опоры качения» в 7,4 раза.

#### Библиография

1. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надежность машин. Под ред. д-ра техн. наук проф. Д.Н. Решетова. М.: Машиностроение, 1988. 239 с.
2. Перель Л.Я., Филатов А.А. Подшипники качения: расчет, проектирование и обслуживание опор: справочник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992. 608 с.
3. Шемякин Е.В., Пастухов А.Г. Исследование работоспособности подшипниковых узлов сельскохозяйственной техники. Материалы Молодежного аграрного форума 2018. Белгород: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. С. 128
4. Серёгин А.А. Особенности эксплуатации конических зубчатых передач // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2001. № 11. С. 8-10.
5. Серёгин А.А., Калинин А.А. Анализ работы конического подшипника при статическом нагружении // Технологии и средства повышения надежности машин в АПК: сб. науч. тр. зерноград, 2006. Вып. 2. С. 93-98.
6. Серёгин А.А. Формирование методов повышения надежности механических приводов машин и оборудования АПК // Вестник аграрной науки дона. 2017. № 4. С. 13-21.
7. Серёгин А.А., Лебедев А.Т. Повышение эффективности машин и оборудования за счет их интервальной надежности // Международный технико-экономический журнал. 2013. № 6. С. 99-103.
8. Ерохин М.Н., Пастухов А.Г. Надежность карданных передач трансмиссий сельскохозяйственной техники в эксплуатации: монография. Белгород: Изд-во БелГСХА, 2008. 160 с.
9. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. М.: Колос, 1973. 199 с.
10. Патент 2128298 Российская Федерация, F16C19/00, F16C33/58. Подшипник качения / Серёгин А.А., Черевко Э.И., Серёгина В.В.; заявитель и патентообладатель АЧГАА. № 96109281/28; заявл. 05.05.96; опубл. 27.03.99, Бюл. № 9.
11. Острейковский В.А. Теория надежности. 2-е изд., испр. М.: Высшая школа, 2008. 463 с.
12. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки: справочник. 6-е изд., перераб. и доп. Л.: Машиностроение, 1983. Ч. 2. 448 с.
13. Патент 2303718 Российская Федерация, F16C19/34, F16C33/58. Подшипник качения / Серёгин А.А., Бутков Р.И., Калинин А.А.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО АЧГАА. – № 2005140540/11; заявл. 23.11.2005; опубл. 27.07.2007, Бюл. № 21.
14. Патент 66452 Российская Федерация, F16C19/00. Подшипник качения / Серёгин А.А., Серёгина В.В., Калинин А.А.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО АЧГАА. – № 2007110027/22; заявл. 19.03.2007; опубл. 10.09.2007, Бюл. № 25.
15. Seregin A.A., Nikitchenko S.L., Valuev N.V., Kurochkin V.N., Smykov S.V. Hinged aggregate for technical maintenance of machines: modeling, testing and conditions of application. Journal of Mechanical Science and Technology. 2018. T. 32. N 8. pp. 3807-3815.
16. Pastukhov A., Timashov E., Parnikova T. Assessment of operability of maintainable crosspiece. Engineering for Rural Development. Jelgava, Latvia, 2019. pp. 1736-1741. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N032.

#### References

1. Reshetov D.N., Ivanov A.S., Fadeev V.Z. Nadezhnost mashin [Machine reliability]. Under editorship of Dr. Tech. Sciences, Prof. D.N. Reshetova. Moscow: Mashinostroenie. 1988. 239 s.
2. Perel L. Ya., Filatov A.A. Podshipniki kacheniya: raschet, proektirovanie i obsluzhivanie opor: spravochnik. [Rolling Bearings: calculation, design and maintenance of supports: reference]. Moscow: Mashinostroenie. 1992. 608 s.



3. Shemyakin E.V., Pastuhov A.G. Issledovanie rabotosposobnosti podshipnikovyyh uzlov sel'skoho-zyajstvennoj tekhniki [Research of working capacity of bearing units of agricultural machinery]: Materialy Molodezhnogo agrarnogo foruma 2018. Belgorod: Izd-vo FGBOU VO Belgorodskij GAU. 2018. S. 128 s.
4. Seryogin A.A. Osobennosti ekspluatatsii konicheskikh zubchatyh peredach [Features of operation of bevel gears] // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva. 2001. № 11. S. 8-10.
5. Seryogin A.A., Kalinin A.A. Analiz raboty konicheskogo podshipnika pri staticheskom nagruzhении [The analysis of the operation of the conical bearing under static loading] // Tekhnologii i sredstva povysheniya nadezhnosti mashin v APK: sb. nauch. tr. Zernograd, 2006. Vyp. 2. S. 93-98.
6. Seryogin A.A. Formirovanie metodov povysheniya nadezhnosti mekhanicheskikh privodov mashin i oborudovaniya APK [Formation of methods for improving the reliability of mechanical drives of machines and equipment] // Vestnik agrarnoj nauki dona. 2017. № 4. S. 13-21.
7. Seryogin A.A., Lebedev A.T. Povysenie effektivnosti mashin i oborudovaniya za schet ih inter-val'noj nadezhnosti [Increase of efficiency of machines and equipment due to their interval reliability] // Mezhdunarodnyj tekhniko-ekonomicheskij zhurnal. 2013. № 6. S. 99-103.
8. Erohin M.N., Pastuhov A.G. Nadezhnost' kardannyh peredach transmissij sel'skohozyajstvennoj tekhniki v ekspluatatsii [The reliability of the cardan gear transmissions in agricultural machinery in operation]: monografiya. Belgorod: Izd-vo BelGSKHA, 2008. 160 s.
9. Vedenyapin G.V. Obshchaya metodika eksperimental'nogo issledovaniya i obrabotki opytnyh dannyh [General methodology of experimental research and experimental data processing]. M.: Kolos, 1973. 199 s.
10. Patent 2128298 Rossijskaya Federatsiya, F16C19/00, F16C33/58. Podshipnik kacheniya [Roller bearings] / Seryogin A.A., Cherevko E.I., Seryogina V.V.; zayavitel' i patentoobladatel' ACHGAA. № 96109281/28; zayavl. 05.05.96; opubl. 27.03.99, Byul. № 9. Патент 2128298 Российская Федерация, F16C19/00, F16C33/58.
11. Ostrejkovskij V.A. Teoriya nadezhnosti [Reliability theory]. 2-e izd., ispr. M.: Vysshaya shkola, 2008. 463 s.
12. Myagkov V.D., Palej M.A., Romanov A.B., Braginskij V.A. Dopuski i posadki: spravochnik [Drones and landings: reference]. 6-e izd., pererab. i dop. L.: Mashinostroenie, 1983. Ch. 2. 448 s.
13. Patent 2303718 Rossijskaya Federatsiya, F16C19/34, F16C33/58. Podshipnik kacheniya [Roller bearings] / Seryogin A.A., Butkov R.I., Kalinin A.A.; zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO ACHGAA. – № 2005140540/11; zayavl. 23.11.2005; opubl. 27.07.2007, Byul. № 21.
14. Patent 66452 Rossijskaya Federatsiya, F16C19/00. Podshipnik kacheniya [Roller bearings] / Seryogin A.A., Seryogina V.V., Kalinin A.A.; zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO ACHGAA. – № 2007110027/22; zayavl. 19.03.2007; opubl. 10.09.2007, Byul. № 25.
15. Seregin A.A., Nikitchenko S.L., Valuev N.V., Kurochkin V.N., Smykov S.V. Hinged aggregate for technical maintenance of machines: modeling, testing and conditions of application. Journal of Mechanical Science and Technology. 2018. T. 32. N 8. pp. 3807-3815.
16. Pastukhov A., Timashov E., Parnikova T. Assessment of operability of maintainable crosspiece. Engineering for Rural Development. Jelgava, Latvia, 2019. pp. 1736-1741. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N032.

#### **Сведения об авторах**

Серегин Александр Анатольевич, доктор технических наук, профессор, директор, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», г. Зерноград, Ростовская область, Российская Федерация, 347740 тел. 8-6359-41743, E-mail: alexandrseriogin@mail.ru.

Пастухов Александр Геннадиевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технической механики и конструирования машин, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, 10, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. 8-4722-392390, E-mail: pastuhov\_ag@bsaa.edu.ru.

Глечикова Наталья Александровна, доктор экономических наук, профессор, заместитель директора по учебной работе, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», г. Зерноград, Ростовская область, Российская Федерация, 347740, тел. 8-6359-42176, E-mail: nataliyglechikova@mail.ru.

#### **Information about the authors**

Seregin Alexander Anatolyevich, doctor of technical sciences, professor, director, Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of FSBEI HE «Don State Agrarian University», Zernograd, Rostov region, Russian Federation, 347740, phone: 8-6359-41743, E-mail: alexandrseriogin@mail.ru.

Pastukhov Alexander Gennadiyevich, doctor of technical sciences, professor, head of the department of technical mechanics and machine design, FSBEI HE «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», str. Vavilova 10, Maisky, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 8-4722-392390, E-mail: pastuhov\_ag@bsaa.edu.ru

Glechikova Natalia Aleksandrovna, doctor of economic sciences, professor, deputy director of educational work, Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of FSBEI HE «Don State Agrarian University», Zernograd, Rostov region, Russian Federation, 8-6359-42176, phone: +79286111977, E-mail: nataliyglechikova@mail.ru.

УДК 620.179.16:631.3

*С.Н. Толстомятов, Е.В. Голованова*

## **О ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРОЛЯ ОДНООСНОГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН МЕТОДОМ ЗАТУХАНИЯ УЛЬТРАЗВУКА**

**Аннотация.** Развитие современной науки и аграрной техники характеризуется усилением нагрузок на рабочие органы сельскохозяйственных машин и элементы конструкций, и это требует обеспечения запаса их прочности и надежности при одновременном снижении материалоемкости изделий. Решение таких задач невозможно без неразрушающего определения характеристик материала, как в процессе изготовления, так и во время эксплуатации. В работе рассматривается обоснование возможности использования неразрушающей экспресс-диагностики напряженно-деформированного состояния стальных деталей с использованием ультразвука. Эффективность применения ультразвуковых методов обусловлена их оперативностью, безопасностью измерений, возможностью измерения не только поверхностных напряжений, но и в объеме материала. Экспериментальные исследования показали, что относительное затухание ультразвуковых волн более чувствительно к изменению механического состояния образца, чем относительное изменение скорости распространения ультразвука, что открывает новые возможности в совершенствовании и дальнейшем развитии ультразвуковых методов определения напряжений и деформаций в деталях машин и металлоконструкциях, включая остаточные деформации и напряжения. В настоящей работе рассматривается математическое обоснование методики экспериментальных исследований затухания ультразвуковых колебаний в стальных образцах.

**Ключевые слова:** ультразвук, измерение, затухание, напряженно-деформированное состояние.

### **ABOUT THE POSSIBILITY OF MONITORING A SINGLE-BASED STRESSED-DEFORMED STATE OF DETAILS OF AGRICULTURAL MACHINES BY THE METHOD OF ATTENUATION**

**Abstract.** Development of modern science and agrarian technique is characterized sharp growth of loading on the working organs of agricultural machines and elements of constructions, it requires providing of margin of safety and reliability at the simultaneous decline of resource-demanding of wares. The decision of such tasks is impossible without non-destructive determination of descriptions of material both in the process of making and during exploitation. The paper discusses the rationale for the use of non-destructive rapid diagnostics of the stress-strain state of steel parts using ultrasound. The effectiveness of ultrasonic methods is due to their efficiency, safety of measurements, the ability to measure not only surface stresses, but also in the volume of the material. Experimental studies have shown that the relative attenuation of ultrasonic waves is more sensitive to changes in the mechanical state of the sample than the relative change in the velocity of ultrasound propagation, which opens up new opportunities in the improvement and further development of ultrasonic methods for determining stresses and strains in machine parts and metal structures, including residual deformations and stresses. In the present work the mathematical substantiation of the method of experimental studies of attenuation of ultrasonic vibrations in steel samples is considered.

**Keywords:** ultrasound, measurement, attenuation, stress-strain state.

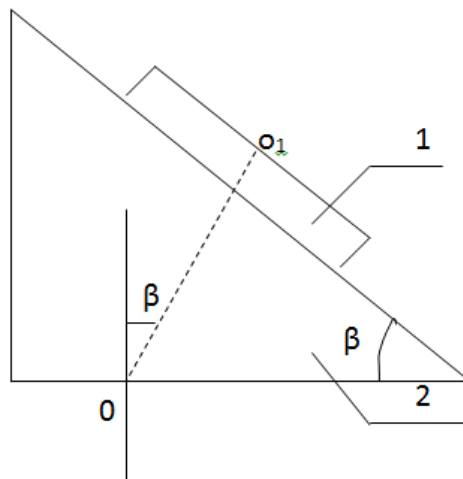
Использование метода ультразвуковых колебаний с целью определения механических напряжений предполагает, что необходимо учитывать ряд факторов: предыстория и напряженное состояние образца, его геометрические характеристики, условия ввода и вывода ультразвуковых колебаний, применяемая измерительная аппаратура. Поэтому не существует универсальных методов акустических измерений, так как для каждого конкретного случая приходится выбирать или индивидуально разрабатывать метод измерений и проводить расчеты соответствующих соотношений. Основными задачами при этом являются следующие: правильный выбор направления ввода волн, определение типа и частоты упругих колебаний. При этом наибольшее предпочтение имеют сдвиговые волны, которые распространяются перпендикулярно действию главных напряжений. Лучшими, почти идеальными условиями проведения экспериментов являются одноосное или плоское напряженное состояние образца при прозвучивании его перпендикулярно главным напряжениям. Однако такие случаи на практике встречается редко. Поэтому на выбор направления возможного прозвучивания решающее значение оказывает не только характер напряжений, но и характер и место расположения контролируемого образца, наличие у него свободных поверхностей, плоскопараллельных граней и т.д. Необходимо отметить, результатами акустических измерений являются, чаще всего, интегральные значения напряжений. Выбор типа ультразвуковых волн, их частота определяется

величиной и характером напряжений. Технические условия и методика проведения эксперимента по использованию ультразвуковых измерений подробно изложена, например, в работе [1].

Излучение и прием акустических волн проводится с помощью электроакустических преобразователей, которые преобразуют электрическую энергию в механическую и обратно. Способы излучения и приема бывают двух видов: контактные и бесконтактные. При использовании контактного способа преобразование энергии происходит в активном элементе, который отделен от объекта контроля. Передача энергии от активного элемента к объекту контроля и обратно осуществляется через контактную среду, которой чаще всего служит жидкость. При этом толщина слоя жидкости не должна превышать половины длины волны ультразвука. Этому достигают путем плотного прижатия преобразователя к объекту контроля, причем место контакта должно быть достаточно гладким.

Обычно используют импульсное излучение. Причем, длительность импульсов настолько большая, что колебания можно считать непрерывными гармоническими. Вместе с тем, импульсы настолько короткие, что процессы излучения и приема происходят в разные моменты времени.

Серийные ультразвуковые дефектоскопы дают возможность проводить излучение и прием волн мегагерцового диапазона. Генератор радиоимпульсов формирует высокочастотные электрические импульсы, используемые для возбуждения упругих колебаний в преобразователе. Высокочастотные электрические колебания с помощью пьезопластины преобразователя трансформируются в механические, которые при наличии акустического контакта вводятся в контролируемый объект. В рассматриваемом ультразвуковом диапазоне предпочтение отдается пьезокерамическим излучателям и приемникам. Проведение эксперимента предполагает, что в образец можно вводить различные волны: продольные, сдвиговые, поверхностные и другие. Рассмотрим механизм введения сдвиговой (поперечной) волны при проведении экспериментальных исследований. Схема устройства наклонного преобразователя показана на рисунке 1.



1- пьезоэлемент; 2- призма;  $\beta$  – угол призмы; ОО1 – акустическая ось; 0 – точка ввода

**Рис. 1. Наклонный ультразвуковой преобразователь**

Важной деталью наклонного преобразователя является призма (линия задержки), на которую под определенным углом приклеивают пьезоэлемент. Как правило, призма изготавливается из оргстекла (плексигласа). Пьезоэлемент излучает в призму продольные волны, которые на границе призмы с изделием преломляются, трансформируются и частично отражаются в призму. Вероятность возбуждения волны того или иного типа и ее энергия зависят от угла ввода продольных волн (угла призмы)  $\beta$ .

При наклонном падении (под углом  $\beta$ ) продольной волны из одной твердой среды на границу с другой твердой средой на границе раздела происходит отражение, преломление и

трансформация волны, и в общем случае возникают еще четыре волны: две преломленные – продольная и поперечная, и две отраженные – продольная и поперечная. Направление распространения всех этих волн лежат в одной плоскости – плоскости падения. Следовательно, и векторы смещения частиц в отраженных и преломленных волнах также лежат в плоскости падения. В таком случае поперечная волна линейно поляризована в плоскости падения, она называется вертикально поляризованной, или SV-волной.

На практике, при условии, что излучатель продольной волны имеет ограниченные размеры, на SV-волну, вводимую в изделие, накладывается, так называемая, естественная или неполяризованная поперечная волна. Появление этой волны связано с случайными изменениями некоторых свойств излучателя ультразвука, например, неравномерностью распределения пьезомодулей по поверхности пьезопластины, или случайными локальными нарушениями плоскости контакта. Колебания частиц в таких волнах лежат в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны, но также могут быть ориентированы в любом направлении этой плоскости.

Согласно результатам различных экспериментов, полученных в работе [3], соотношение амплитуд SV-волны и неполяризованной волны составляет не менее 30 дБ, то есть амплитуды отличаются не менее чем в 32 раза. Тогда на практике можно полагать, что поперечная волна, вводимая в изделие с помощью наклонного преобразователя, линейно поляризована в плоскости, перпендикулярной границе раздела сред.

Рассмотрим условия, которым должен удовлетворять угол призмы  $\beta$ , чтобы в стальной образец из преобразователя проходила только поперечная из SV-волн. Материалом призмы является плексиглас. В качестве упругой среды взята углеродистая сталь. Обозначим  $C_l$ - скорость продольной волны;  $C_t$ - скорость поперечной волны. Индекс «1» относится к плексигласу, «2» - к стали. Пусть в плоскости  $Ox_1x_3$  (плоскость падения) в направлении АО распространяется под углом  $\beta$  продольная волна (рисунок 2):

Для стали имеем:

$$C_l \approx 5850 \frac{M}{c}, \quad C_t \approx 3230 \frac{M}{c};$$

для плексигласа:

$$C_l \approx 2670 \frac{M}{c}, \quad C_t \approx 1120 \frac{M}{c}.$$

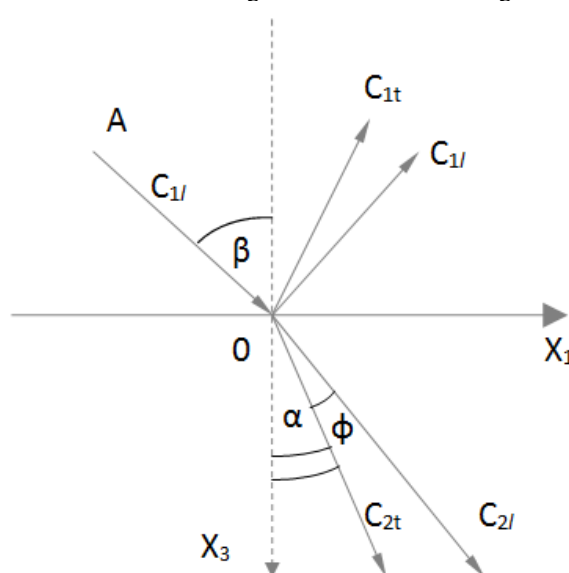


Рис. 2. Схема трансформации при падении ультразвуковой волны

Преломленная продольная волна будет проходить по границе раздела, т.е. она не будет входить в изделие, если угол  $\varphi = \pi/2$ , тогда  $\sin \varphi = 1$ . Из соотношения  $\sin \beta \geq C_{1l} / C_{2l} = 2670/5850 = 0,456$ , получим, что угол  $\beta \geq 27,2^\circ$ .

Следовательно, при углах ввода продольной волны, превышающих  $27,2^\circ$  для пары «плексиглас-сталь» внутри стального образца преломленная продольная волна не будет распространяться. Значение этой величины является первым критическим углом. На практике для пары «плексиглас-сталь» обычно принимают значение  $\beta_{1кр}=28^\circ$ .

Аналогичным образом можно определить то значение угла падения  $\beta$ , при котором преломленная поперечная волна не будет проходить внутрь стального образца, а пойдет по границе ( $\alpha = \pi/2$ ) (это значение обозначим вторым критическим углом  $\beta_{2кр}$ ):

$$\frac{\sin \beta}{C_{1\ell}} = \frac{\sin \alpha}{C_{2t}} \Rightarrow \sin \beta \geq \frac{C_{1\ell}}{C_{2t}} = \frac{2670}{3230} = 0,827 \Rightarrow \beta = 55,8^\circ.$$

На практике обычно принимают значение  $\beta_{2кр}=56^\circ$ . Следовательно, можно определить границы изменения угла призмы:  $28^\circ < \beta < 56^\circ$ .

Если выбрать преобразователь с углом ввода  $\beta=30^\circ$ , то нетрудно рассчитать то значение угла, при котором поперечная волна будет входить и распространяться в стальном образце:

$$\frac{\sin 30^\circ}{C_{1\ell}} = \frac{\sin \alpha}{C_{2t}} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{0,5 \cdot 3230}{2670} = 0,605 \Rightarrow \alpha \approx 37^\circ.$$

Таким образом, получаем,  $\alpha \approx 37^\circ$ , это и есть то значение угла, при котором преломленная поперечная волна войдет в стальной образец.

Если сделать предположение, что при распространении внутри стального образца SV-волна падает на границу «сталь-воздух» и трансформируется в отраженную поперечную и продольную волну, можно найти значение угла  $\alpha$ , при котором отраженная продольная волна не отразится внутрь образца, а будет проходить по границе «сталь-воздух». Ход лучей при таком случае показан на рисунке 3.

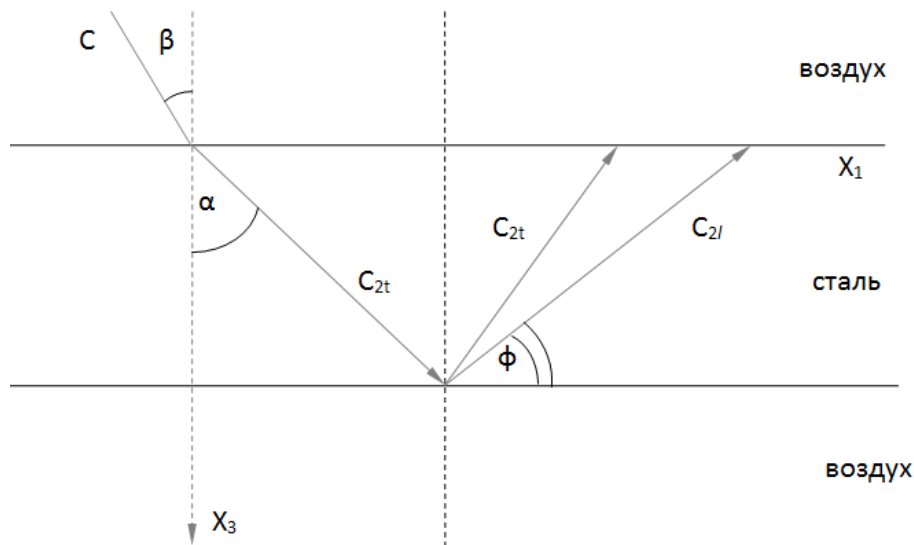


Рис. 3. Схема трансформации ультразвуковой волны при распространении внутри образца

Пусть  $C$  – скорость волны по поверхности стального образца.

Тогда легко показать:  $\cos \varphi = \frac{C_{2\ell}}{C}$ ;  $\sin \alpha = \frac{C_{2t}}{C}$ . Определяя из каждого равенства  $C$ , по-

лучим соотношение  $\cos \varphi = \frac{C_{2\ell}}{C_{2t}} \sin \alpha$ .

Найдем отсюда угол  $\alpha$ , при котором угол  $\varphi=0$ , тогда  $\cos \varphi=1$ , трансформированная отраженная продольная волна пойдет по границе «сталь-воздух».

При этом

$$\sin B = \frac{C_{2t}}{C_{2\ell}} = \frac{3230}{5850} = 0,552 \Rightarrow \alpha \approx 33,5^\circ.$$

Следовательно, при углах ввода SV-волны в стальной образец больших, чем  $33,5^\circ$ , отраженная продольная волна не проходит внутрь образца.

Таким образом, можно сделать вывод, что преобразователь с углом призмы в  $30^\circ$  обеспечивает распространение внутри стального образца только поперечной, линейно поляризованной волны (SV-волны).

Для оценки точности и адекватности проведенных выше оценок, рассмотрим, следуя методике, предложенной Новацким в работе [2], отражение плоской волны от свободной поверхности.

Пусть в плоскости  $Ox_1x_3$  в направлении вектора  $AO$  распространяется под определенным углом плоская монохроматическая SV-волна. Эта волна отражается от плоскости  $x_3=0$  (рисунок 4).

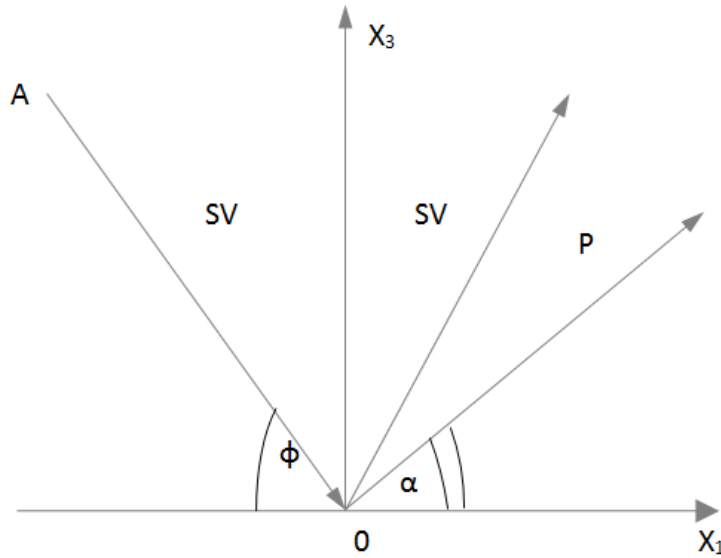


Рис. 4. Схема отражения и трансформации волны при падении на свободную границу

Поперечная SV-волна помимо отраженной SV-волны приводит и к появлению отраженной Р-волны (продольной волны). Для описания процесса падения и отражения от плоскости  $x_3=0$  воспользуемся волновыми уравнениями. Поскольку падающая и отраженная волны являются плоскими волнами, то от координаты  $x_2$  ничего не зависит. Обозначим  $c_\ell$  и  $c_t$  – соответственно скорости распространения продольной и поперечной волны;  $\Phi$  и  $\bar{\Psi}$  – скалярный и векторный потенциал поля вектора смещения  $\bar{u}$ : тогда

$$\bar{u} = \overline{grad}\Phi + rot\bar{\Psi}.$$

Значения скалярного и векторного потенциала поля скоростей найдем из решения системы волновых уравнений:

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x_3^2} - \frac{1}{c_\ell^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} = 0; \\ \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x_3^2} - \frac{1}{c_t^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} = 0. \end{cases} \quad (1)$$

При плоскопараллельном движении векторный потенциал будет иметь только одну компоненту. Граничные условия имеют вид:

$$\begin{cases} \sigma_{33}(x_1, 0, t) = 0; \\ \sigma_{13}(x_1, 0, t) = 0. \end{cases}$$

Решение системы (1) будем искать в виде:

$$\begin{cases} \Phi = G_1(x_3) \exp(ik(x_1 - ct)); \\ \Psi = G_2(x_3) \exp(ik(x_1 - ct)). \end{cases} \quad (2)$$

Учитывая связь потенциалов  $\Phi$  и  $\bar{\Psi}$  с заданными граничными условиями, подставляя (2) в (1), получим систему обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{d^2 G_1}{dx_3^2} + v_1^2 k^2 G_1 = 0 \\ \frac{d^2 G_2}{dx_3^2} + v_2^2 k^2 G_2 = 0, \quad \text{где } v_i = \sqrt{\frac{c^2}{c_i^2}}; \quad i = 1, 2. \end{cases} \quad (3)$$

Откуда получим

$$G_i = A_i \exp(ikv_i x_3) + B_i \exp(-ikv_i x_3).$$

Тогда потенциалы можно представить в виде [4]:

$$\begin{aligned} \Phi &= A_1 \exp(ik x_1 + v_1 x_3 - ct) + B_1 \exp(ik(x_1 - v_1 x_3 - ct)); \\ \Psi &= A_2 \exp(ik x_1 + v_2 x_3 - ct) + B_2 \exp(ik(x_1 - v_2 x_3 - ct)). \end{aligned} \quad (4)$$

В этих выражениях величина  $c$  - скорость распространения волны вдоль свободной поверхности; параметр

$$k = \frac{\omega}{c} = \frac{2\pi \cos \alpha}{\ell} = \frac{2\pi \cos \beta}{\ell'},$$

где  $\ell = \frac{2\pi c_1}{\omega}$  - длина продольной Р-волны;  $\ell' = \frac{2\pi c_2}{\omega}$  - длина поперечной SV-волны. Постоянные интегрирования  $A_1, B_1, A_2, B_2$  входят в граничные условия. Заметим, что

$$\begin{aligned} u_1 &= \frac{\partial \Phi}{\partial x_1} - \frac{\partial \Psi}{\partial x_3}; \quad u_3 = \frac{\partial \Phi}{\partial x_3} + \frac{\partial \Psi}{\partial x_1}; \quad \sigma_{33} = 2\mu \frac{\partial u_3}{\partial x_3} + \lambda \left( \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_3}{\partial x_3} \right); \quad \sigma_{13} = \mu \left( \frac{\partial u_3}{\partial x_1} - \frac{\partial u_1}{\partial x_3} \right); \\ \sigma_{33} &= 2\mu \left( \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x_3^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x_1 \partial x_3} \right) + \lambda \left( \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x_3^2} \right); \\ \sigma_{13} &= \mu \left( 2 \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x_1 \partial x_3} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x_1^2} - \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x_3^2} \right). \end{aligned} \quad (5)$$

Поскольку SV-волна падает, то в выражениях (4) можно принять значение величины  $A_1=0$ . Подставляя значения  $\Phi$  и  $\Psi$  из (4) в выражения (5), и учитывая граничные условия, получим систему двух линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{aligned} 2\mu(-v_1^2 B_1 - v_2 A_2 + v_2 B_2) + \lambda(-B_1 - v_1^2 B_1) &= 0; \\ 2v_1 B_1 + (-B_2 - A_2) + A_2 v_2^2 + v_2^2 B_2 &= 0. \end{aligned}$$

Из этой системы найдем отношения  $\frac{B_1}{A_2}$  и  $\frac{B_2}{A_2}$

$$\frac{B_1}{A_2} = \frac{4\mu t g \beta (t g^2 \beta - 1)}{(t g^2 \beta - 1)(-2\mu t g^2 \alpha - \lambda - \lambda t g^2 \alpha) - 4\mu t g \alpha t g \beta}; \quad (6)$$

$$\frac{B_2}{A_2} = \frac{(1 - t g^2 \beta)(-2\mu t g^2 \alpha - \lambda - \lambda t g^2 \alpha) - 4\mu t g \alpha t g \beta}{(t g^2 \beta - 1)(-2\mu t g^2 \alpha - \lambda - \lambda t g^2 \alpha) - 4\mu t g \alpha t g \beta}. \quad (7)$$

Поскольку продольная волна после отражения пойдет по границе раздела «сталь-воздух», то угол  $\alpha = 0$ . Тогда из соотношения (7) получим, при  $\alpha = 0$ ,  $\frac{B_2}{A_2} = -1$ . Следовательно, амплитуда отраженной SV-волны равна по величине амплитуде падающей SV-волны.

Таким образом, в рамках линейной упругости амплитуда отраженной вертикально поляризованной ультразвуковой волны не изменяется.

### Выводы

1. Зависимость затухания ультразвуковой волны от одноосного напряженно-деформированного состояния носит сложный характер.
2. При разгрузке затухание практически линейно зависит от напряжения.
3. Если материал выходил в область пластических деформаций, то выход затухание в разгруженном образце всегда оказывалось больше затухания в исходном образце. В пределах линейной упругости это явление с точностью до погрешности эксперимента не обнаружено.
4. После разгрузки, при повторном нагружении образца различие в затухании незначительное.
5. Одноосное растяжение образца в состоянии поставки вызывает значительно более сильное изменение его поликристаллической структуры, микропористости, плотности и количества дислокаций.

### Библиография

1. Алешин И.П., Лупачев В.Г. Ультразвуковая дефектоскопия: Справочное пособие. Минск.: Вышэйш. Шк., 1987. 264 с.
2. Новацкий В. Теория упругости. М.: Мир, 1975. 872 с.
3. Голованова Е.В., Толстопятов С.Н. К вопросу затухания высокочастотных колебаний в поликристаллическом твердом теле // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №1. С. 37-39.
4. Голованова Е.В., Толстопятов С.Н. Математическое моделирование высокочастотных колебаний в поликристаллическом твердом теле // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №2. С. 41-45.
5. Меркулов Л.Г., Токарев В.А. Физические основы спектрального метода измерения затухания ультразвуковых волн в материалах // Дефектоскопия. 1970. №4. С. 3-11.
6. Муравьев В.А. Затухание звуковых колебаний металлов // МиТоМ. 1975. №4. С. 63-65.
7. Амандосов А.А., Лисицин В.Н. Влияние одноосного растягивающего напряжения на скорость и затухание ультразвуковых волн // Изв. Ан КазССР. Сер. физико-математическая. 1985. Т. 1. С. 78-87.
8. Карпаш О.М., Мигаль И.Г., Бажалук Я.М., Даниляк Я.Б. Зависимость амплитуды ультразвуковых колебаний от величины диаметального натяга сопрягаемых соединений // Дефектоскопия. 1982. №10. С. 63-66.
9. Толстопятов С.Н. Способ определения напряженного состояния. 1989. Изобр. №1483354.
10. Ботаки А.А., Ульянов В.В., Шарко А.В. Ультразвуковой контроль прочностных свойств конструкционных материалов. М.: Машиностроение, 1983. 74 с.
11. Бобренко В.М., Вагнели М.С., Куценко А.Н. Акустические методы контроля напряженного состояния деталей машин. Кишинев: Штиница, 1981. 147 с.

### References

1. Aleshin I.P., Lupachev V.G. Ul'trazvukovaya defektoskopiya [Ultrasonic flaw detection]: Reference manual. Minsk: High School, 1987. 264 p.
2. Novatsky V. Teoriya uprugosti [Theory of elasticity] M.: World, 1975. 872 p.
3. Golovanova E.V., Tolstopyatov S.N. K voprosu zatushaniya vysokochastotnyh kolebanij v polikristallicheskom tverdom tele [On the damping of high-frequency oscillations in a polycrystalline solid] // Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2016. №1. Pp.37-39.
4. Golovanova E.V., Tolstopyatov S.N. Matematicheskoe modelirovanie vysokochastotnyh kolebanij v polikristallicheskom tverdom tele [Mathematical modeling of high-frequency oscillations in a polycrystalline solid] // Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2016. №2. Pp. 41-45.
5. Merkulov L. G., Tokarev V. A. Fizicheskie osnovy spektral'nogo metoda izmereniya zatushaniya ul'trazvukovyh voln v materialah [Physical bases of spectral method of measurement of attenuation of ultrasonic waves in materials] // Flaw Detection. 1970. №. 4. Pp. 3-11.
6. Muravyov V.A. Zatushanie zvukovyh kolebanij metallov [Attenuation of sound waves in metals] // Mitom. 1975. No. 4. Pp. 63-65.
7. Amandosov A.A., Lisitsyn V.N. Vliyanie odnoosnogo rastyagivayushchego napryazheniya na skorost' i zatushanie ul'trazvukovyh voln [Influence of uniaxial tensile stress on the velocity and attenuation of ultrasonic waves] // Izv. Of The Kazakh SSR. Ser. physical and mathematical. 1985. Vol.1. Pp. 78-87.
8. Karpash O. M., Migal, I. G., Bazaluk J. M., Danilak J. B. Zavisimost' amplitudy ul'trazvukovyh kolebanij ot velichiny diametral'nogo natyaga sopryagaemyh soedinenij [The amplitude of the ultrasonic oscillations on the magnitude of the diametral interference fit of the mating connections] // Defectoscopy. 1982. No. 10. Pp. 63-66.
9. Tolstopyatov S. N. Sposob opredeleniya napryazhennogo sostoyaniya [Method for determining the stress state] 1989. Fig. No. 1483354.



10. Botaki A.A., Ulyanov V.V., Sharko A.V. Ul'trazvukovoj kontrol' prochnostnyh svojstv konstrukcionnyh materialov [Ultrasonic control of strength properties of structural materials] M.: Mechanical Engineering, 1983. 74 p.

11. Bobrenko V.M., Vangeli M.S., Kutsenko A.N. Akusticheskie metody kontrolya napryazhennogo sostoyaniya detalej mashin [Acoustic methods for monitoring the stress state of machine parts] Chisinau: Stiintsa. 1981. 147 p.

#### **Сведения об авторах**

Толстопятов Сергей Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, физики и химии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-23-02

Голованова Елена Васильевна, кандидат физико-математических наук, заведующая кафедрой математики, физики и химии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-23-02, e-mail: [golovanova711@mail.ru](mailto:golovanova711@mail.ru)

#### **Information about authors**

Tolstopyatov Sergey Nikolaevich, candidate of physical and mathematical Sciences, associate Professor of mathematics, physics and chemistry, «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-23

Golovanova Elena Vasilievna, candidate of physical and mathematical Sciences, head of Department of mathematics, physics and chemistry «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +74722 39-23-02, e-mail: [golovanova711@mail.ru](mailto:golovanova711@mail.ru)

УДК 637.116

*В.Ф. Ужик, О.С. Кузьмина, О.В. Китаёва, А.И. Тетерядченко*

## К ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ МОЛОКОЛОВУШКИ ПЕРЕНОСНОГО МАНИПУЛЯТОРА ДОЕНИЯ КОРОВ С ПОЧЕТВЕРТНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ РЕЖИМОМ ДОЕНИЯ

**Аннотация.** Как показывает опыт использования доильного оборудования, вследствие неравномерности развития долей вымени коровы и, как результат, большой разницы во времени их доения, для исключения возможности вредного влияния на молочную железу требуется почетвертное управление режимом доения. В настоящее время такое доение осуществляется на роботизированных доильных установках. Используемое же в производстве доильное оборудование, содержащее элементы управления доением, изменение режима выведения молока осуществляет в целом по вымени. Нами разработан переносной манипулятор для доения коров, обеспечивающий управляемый режим доения по каждой доле вымени коровы в отдельности и отключение от вакуумметрического давления и снятие доильного аппарата при снижении интенсивности извлекаемого из вымени потока молока ниже установленного значения в последней выдаваемой доле, например 50 мл/мин. Управление режимом доения осуществляется датчиком потока молока, выполненным в виде молоколовушки с поплавком, содержащим магнит, в которой коаксиально относительно камеры рабочего вакуумметрического давления установлен подвижной патрубок, нижний обрез которого содержит калиброванную выемку с посадочным гнездом в отверстии, выполненном в дне камеры рабочего вакуумметрического давления, образует калиброванный канал для истечения молока из камеры рабочего вакуумметрического давления в молокоприемную камеру коллектора с заданной интенсивностью, например 50 мл/мин, при нижнем его положении. Как свидетельствуют приведенные теоретические исследования расход молока из молоколовушки через калиброванный канал, образуемый выемкой в подвижном патрубке и конической поверхностью посадочного гнезда в значительной степени зависит от площади поперечного сечения канала, коэффициента скорости истечения и коэффициента сжатия струи, а также напора истечения, формируемого столбом молока в молоколовушке и перепадом давления в камере рабочего вакуумметрического давления и в молокоприемной камере коллектора. Установлено, что для обеспечения расхода молока через калиброванный канал с оговоренными конструктивными параметрами с интенсивностью до 0,050...0,060 кг/мин, необходимо, чтобы посадочное гнездо и взаимодействующая с ним часть подвижного патрубка были выполнены с углом отклонения образующих от оси симметрии, равным 0,436...0,784 рад., а выемка в подвижном патрубке должна быть выполнена диаметром не более 0,6 мм.

**Ключевые слова:** доение, манипулятор, молоколовушка, интенсивность, молоко.

## TO JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF PORTABLE MILKHEAD COWATS FUNERAL MANIPULATOR WITH QUALITY MANAGEMENT MODE OF GIVING

**Abstract.** As the experience of using milking equipment shows, due to the uneven development of the shares of the cow's udder and, as a result, a large difference in the time of their milking, in order to exclude the possibility of a harmful effect on the mammary gland, a milking mode of milking is required. Currently, such milking is carried out on robotic milking machines. The milking equipment used in production, which contains milking controls, changes the regime of milk extraction as a whole through the udder. We have developed a portable manipulator for milking cows, providing controlled milking for each lobe of the udder separately and disconnecting from the vacuum pressure and removing the milking machine while reducing the intensity of the milk flow extracted from the minus below the set value in the last output lobe, for example 50 ml / min The milking mode is controlled by a milk flow sensor made in the form of a milk receiver with a float containing a magnet in which a movable nozzle is installed coaxially relative to the chamber of the working vacuum pressure, the lower edge of which contains a calibrated recess with a partial seat in the hole of the vacuum tube pressure, forms a calibrated channel for the outflow of milk from the chamber of the working vacuum pressure into the milk receiving chamber of the collector with a given Intensity, for instance 50 ml / min, at its lower position. As shown by theoretical studies, the consumption of milk from a milk receiver through a calibrated canal formed by a notch in the movable pipe and the conical surface of the planting nest largely depends on the cross-sectional area of the channel, the rate of discharge and the compression ratio of the jet, as well as the discharge head formed by milk receiver and pressure drop in the chamber of the working vacuum pressure and in the milk receiving chamber of the collector. It was established that to ensure the flow of milk through a calibrated channel with specified design parameters with an intensity of up to 0.050 ... 0.060 kg / min, it is necessary that the landing slot and the interacting part of the movable pipe be made with a deflection angle of symmetry from the axis equal to 0.436 ... 0.784 radian, and the notch in the movable pipe should be made with a diameter of not more than 0.6 mm.

**Keywords:** milking, manipulator, milk receiver, intensity, milk.

**Введение.** Современное доильное оборудование выполнено в виде стационарных доильных установок, передвижных агрегатов, переносных доильных аппаратов. Большинство из них содержит элементы автоматики, предназначенные для контроля и управления режимом

доения в зависимости от интенсивности потока молока, выводимого из вымени коровы. Однако, как показывает опыт использования доильного оборудования, вследствие неравномерности развития долей вымени коровы и, как результат, большой разницы во времени их доения, для исключения возможности вредного влияния на молочную железу требуется почетвертное управление режимом доения. В настоящее время такое доение осуществляется на роботизированных доильных установках. Используемое же в производстве доильное оборудование, содержащее элементы управления доением, изменение режима выведения молока осуществляет в целом по вымени.

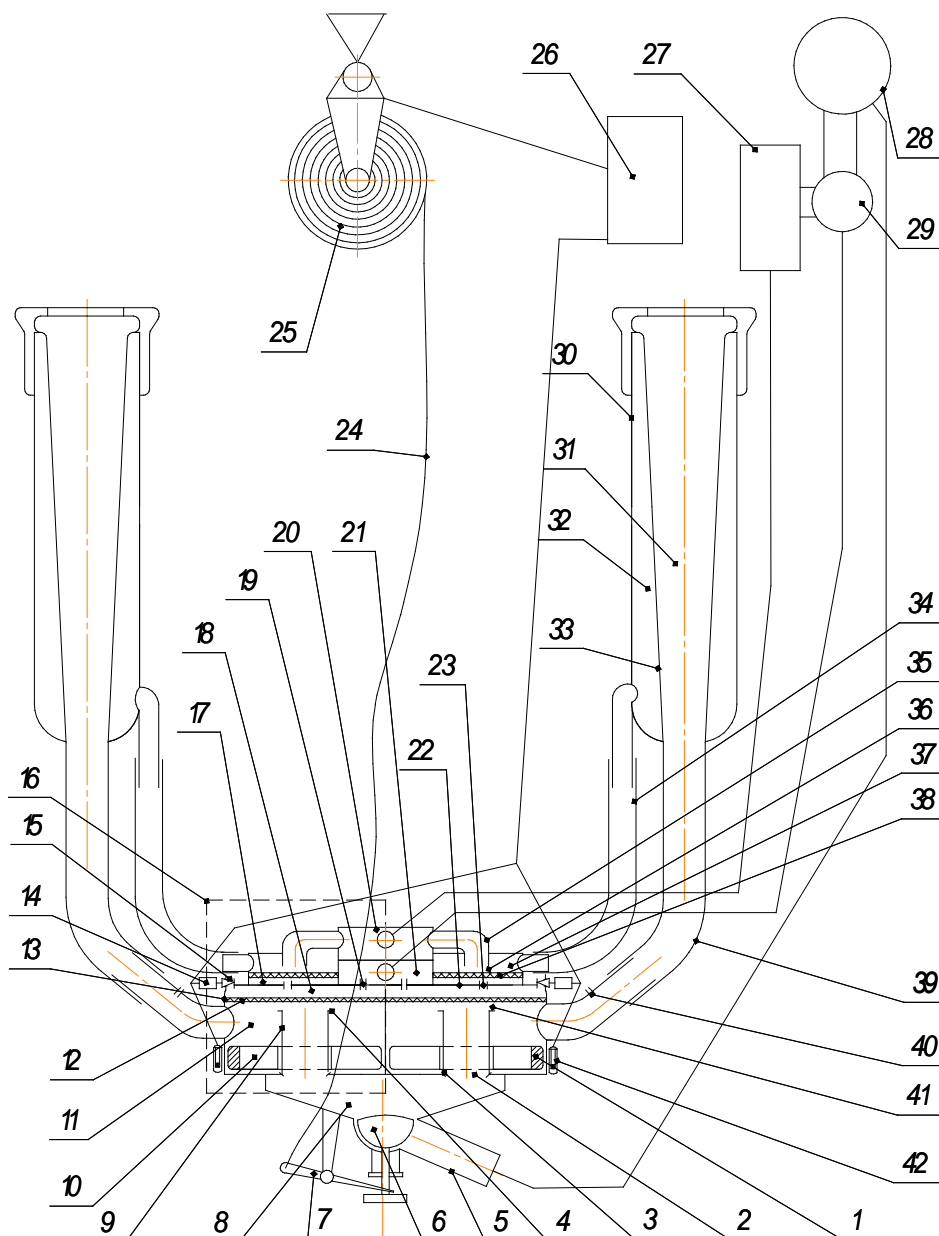
Известны, однако только лишь на патентном уровне, технические решения почетвертного управляемого доения как для стационарных, так и для передвижных и переносных доильных машин [1...6]. Но вследствие достаточно высокой сложности, несовершенства предлагаемых вариантов их конструкции, хотя и обладающих новизной, промышленностью не освоен их выпуск. Поэтому исследования в этом направлении являются весьма актуальными.

**Цель исследований.** Повышение продуктивности коров, снижение заболеваемости их вымени маститом и повышение производительности труда при обслуживании животных в процессе доения путем разработки и обоснования конструктивно-режимных параметров переносного манипулятора для доения коров.

**Материалы и методы исследования.** Изучение данных литературы о результатах поиска учеными и практиками оптимальных способов доения коров, их испытаний, изучение опыта эксплуатации серийного доильного оборудования, а также изучение известных технических решений позволило нам прийти к заключению: - в настоящее время на данном уровне развития науки техники вполне возможно применение полуавтоматов доения коров при привязном их содержании со сбором молока в молокопровод.

Для этого нами разработан переносной манипулятор для доения коров (рисунок 1) (Заявка № 2018139401), обеспечивающий управляемый режим доения по каждой доле вымени коровы в отдельности и отключение от вакуумметрического давления и снятие доильного аппарата при снижении интенсивности извлекаемого из вымени потока молока ниже установленного значения в последней выдаиваемой доле, например 50 мл/мин.

Переносной манипулятор для доения коров работает следующим образом. Доильный аппарат устанавливается на вымя коровы. Для этого включают блок управления 26 и, увлекая трос 24, вращают барабан пружинного механизма 25, тем самым взводя пружину и освобождая доильный аппарат. При этом фиксатором предотвращают обратное вращение барабана. Доильные стаканы 30 подводят под вымя коровы (на схеме не показано) и открывают клапан 6. При этом вакуумметрическое давление поступает в молокоприемную камеру 8 и далее через отверстие 2, подвижной патрубком 9 и калиброванную щель 41, - в камеру 11 рабочего вакуумметрического давления. А так как из молокопровода 28 поступает номинальное вакуумметрическое давление, например 48 кПа, а в камере управления 18 пониженное вакуумметрическое давление (33 кПа), то мембрана 12, прогибаясь вниз под воздействием перепада давлений, уменьшает калиброванную щель 41, тем самым ограничивая откачку воздуха из камеры 11 рабочего вакуумметрического давления, что обеспечивает установление в ней пониженного вакуумметрического давления, которое по патрубку 39 поступает в подсосковую камеру 31 доильного стакана 30. Доильные стаканы надевают на соски вымени и осуществляют доение в стимулирующем режиме. Молоко из подсосковой камеры 31 каждого доильного стакана поступает в камеру 11 рабочего вакуумметрического давления и далее при интенсивности потока молока ниже 50 мл/мин, стекает через калиброванный канал, образуемый выемкой 3 в нижнем обрезе подвижного патрубка 9 и посадочным гнездом отверстия 2, в молокоприемную камеру 8 коллектора 13 и далее через патрубок 5 в молокопровод 28. При этом поступающий через калиброванный канал 40 в патрубок 39 атмосферный воздух способствует активному движению молока и стабилизации заданного вакуумметрического давления в подсосковой камере 31 доильного стакана 30.



1 – магнит; 2 – отверстие; 3 – выемка; 4 – буртик; 5 – патрубок; 6 – клапан; 7 – рычаг; 8 – молокоприемная камера; 9 – подвижной патрубок; 10 – поплавок; 11 – камера; 12 – мембрана; 13 – коллектор; 14 – электроклапан; 15 – канал; 16 – секция; 17 и 18 - камера управления; 19 – канал; 20, 21 – камера; 22 – перегородка; 23 - калиброванный канал; 24 – трос; 25 - пружинный механизм; 26 - блок управления; 27 – пульсатор; 28 – молокопровод; 29 – вакуумная магистраль; 30 - доильный стакан; 31 – подсосковая камера; 32 - межстенная камера; 33 - сосковая резина; 34 – патрубок; 35 – патрубок; 36 – щель; 38 – мембрана; 39 – патрубок; 40 – канал; 41 – щель; 42 – геркон

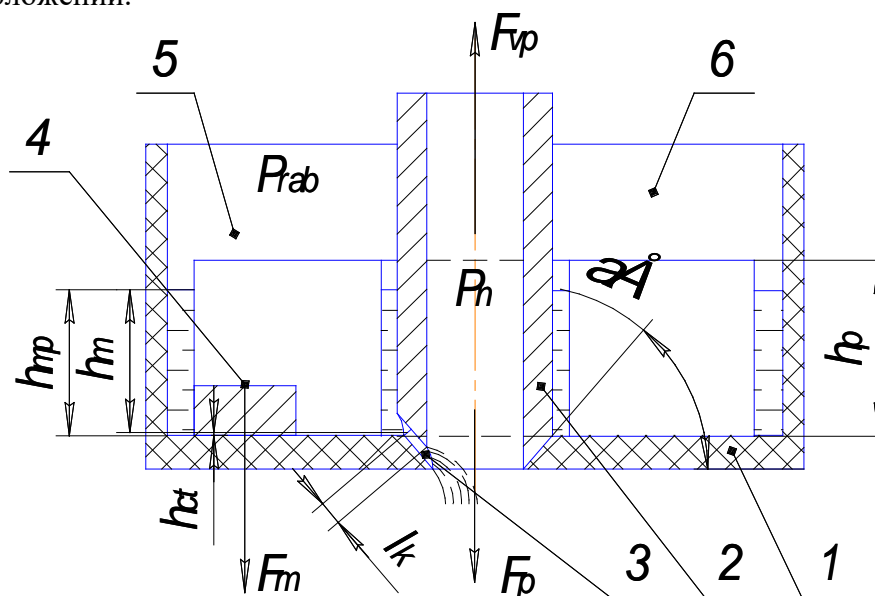
**Рис. 1. Доильный манипулятор с почетвертной адаптацией режима доения для линейных доильных установок со сбором молока в молокопровод**

При увеличении потока молока в каком-либо доильном стакане 30 происходит его накопление в камере 11 рабочего вакуумметрического давления соответствующей ему секции 6, что приводит к всплытию поплавка 10 и удалению установленного в нем магнита 1 из зоны взаимодействия с герконом 42, что приводит к его срабатыванию и, как следствие, срабатыванию по команде блока управления 26 электроклапана 14, который перекрывает доступ атмосферного воздуха через калиброванный канал 15 в камеру управления 18. Это приводит к увеличению вакуумметрического давления в камере управления 18, а также в камере управления 17 до номинального (48 кПа) и, как следствие, выравниванию мембраны 12 и мембраны 38 и увеличению до номинального вакуумметрического давления в камере 11 рабочего вакуумметрического давления, в камере 37 регулируемого вакуумметрического давления и далее в подсосковой камере 31 и межстенной камере 32 доильного стакана 30. При этом, при накоплении

молока в камере 11 рабочего вакуумметрического давления его перетекание в молокоприемную камеру 8 происходит через верхний обрез подвижного патрубка 9, а также через щель, образуемую нижним обрезом подвижного патрубка 9 и посадочным гнездом отверстия 2 при воздействии всплываемого поплавка 10 на буртик 4 подвижного патрубка 9 и его перемещения вверх. Таким образом осуществляют доение в номинальном режиме.

При последующем снижении интенсивности потока молока, поплавков 10 меняет свое положение, опускаясь вниз, и перемещает магнит 1 в зону взаимодействия его магнитного поля с герконом 42. Происходит обратное переключение на стимулирующий режим работы. Такое переключение происходит по каждому соску в отдельности, тем самым обеспечивая оптимальный режим доения. При снижении интенсивности потока молока во всех секциях 16 коллектора 13, блоком управления 26 расфиксируют барабан. При этом трос 24, наматываясь на барабан, воздействует на рычаг 7 и перекрывает клапаном 6 патрубок 5, тем самым отключая доильный аппарат от молокопровода 28 и снимает доильный аппарат с вымени коровы. Доение завершено.

**Результаты теоретических исследований.** Управление режимом доения, заключающееся в изменении вакуумметрического давления доения в подсосковой и межстенной камере доильного стакана по каждой доле вымени коров в отдельности, осуществляется в зависимости от интенсивности потока молока, контролируемого датчиком потока, выполненным в виде молоколовушки 1 (рисунок 2) с поплавком 5, содержащим магнит 4, в которой коаксиально относительно камеры 6 рабочего вакуумметрического давления установлен подвижной патрубок 3, нижний обрез которого содержит калиброванную выемку с посадочным гнездом в отверстии, выполненном в дне камеры рабочего вакуумметрического давления, образует калиброванный канал 3 для истечения молока из камеры рабочего вакуумметрического давления в молокоприемную камеру коллектора с заданной интенсивностью, например 50 мл/мин, при нижнем его положении.



1 – молоколовушка; 2 – подвижной патрубок; 3 - калиброванный канал; 4- магнит; 5 - поплавок, 6 - камера

**Рис. 2. Молоколовушка с поплавком**

При поступлении молока в молоколовушку 1 согласно закону Архимеда на поплавок 5 начинает действовать подъемная сила  $F_{vp}$ , величина которой зависит от глубины погружения поплавка в молоко и его площади поперечного сечения [7]:

$$F_{vp} = \gamma h_{mp} S_p, \quad (1)$$

где  $\gamma$  – удельный вес молока,  $H/m^3$ ;  $h_{mp}$  – глубина погружения поплавка в молоко,  $m$ ;  $S_p$  – площадь поперечного сечения поплавка,  $m^2$ .

Поскольку поплавок содержит отверстие, посредством которого он надевается на подвижной патрубок, площадь поперечного сечения поплавка можно представить как:

$$S_p = \frac{\pi}{4} (D_p^2 - d_p^2), \quad (2)$$

где  $D_p$  – наружный диаметр поплавка, м;  $d_p$  – диаметр отверстия поплавка, м.

При этом должно выполняться условие работоспособности поплавкового датчика потока молока, заключающееся в том, что вес поплавка, содержащего магнит, не должен превышать подъемную силу, действующую на поплавок при погружении его в молоко:

$$F_{vp} \geq F_p + F_m, \quad (3)$$

где  $F_p$  – вес поплавка, Н;  $F_m$  – вес магнита, Н.

Из вышесказанного вытекает еще одно условие работоспособности поплавкового датчика потока молока: - высота поплавка должна быть не менее глубины погружения поплавка в молоко:

$$h_p \geq h_{mp}, \quad (4)$$

где  $h_p$  – высота поплавка, м;

Из уравнений (1), (2) и (3) мы можем определить глубину погружения поплавка в молоко:

$$h_{mp} = \frac{4(F_p + F_m)}{\pi\gamma(D_p^2 - d_p^2)}, \quad (5)$$

Введя дополнительно коэффициент запаса высоты поплавка, для исключения его полного погружения в молоко с уменьшенным удельным весом в результате вспенивания под воздействием подсосываемого воздуха из атмосферы через калиброванный канал в молочном патрубке, мы можем записать уравнение для расчета высоты поплавка:

$$h_{pr} = k_p h_{mp}, \quad (6)$$

где  $k_p$  – коэффициент запаса высоты поплавка;  $h_{pr}$  – практическая высота поплавка, м.

С учетом формулы (5) получаем

$$h_{pr} = \frac{4k_p(F_p + F_m)}{\pi\gamma(D_p^2 - d_p^2)}. \quad (7)$$

При интенсивности потока молока, поступающего в молоколовушку из доильного стакана, не выше установленного для доения в стимулирующем режиме, например 50 мл/мин, поплавков находится в нижнем положении. Это обеспечивается тем, что синхронно с поступающим в молоколовушку, из молоколовушки молоко стекает в молокоприемную камеру коллектора через калиброванный канал, образованный подвижным патрубком, который содержит калиброванную выемку, с посадочным гнездом в отверстии, выполненном в дне камеры рабочего вакуумметрического давления, с заданной интенсивностью, например 50 мл/мин.

При этом возможный максимальный уровень молока в молоколовушке равен глубине погружения поплавка, определяемой уравнением (5), как показывают предварительные расчеты, выполненные по уравнению (5), при весе поплавка 0,11 Н и весе магнита 0,02 Н, наружном и внутреннем диаметре соответственно 0,043 и 0,012 м, глубина погружения поплавка составила 0,0097 м.

Напор истечения молока из молоколовушки формируется глубиной погружения центра тяжести поперечного сечения калиброванного канала, а также перепадом давления в камере рабочего вакуумметрического давления и молокоприемной камере коллектора. Как свидетельствует рисунок 3, поперечное сечение калиброванного канала состоит из двух составляющих:

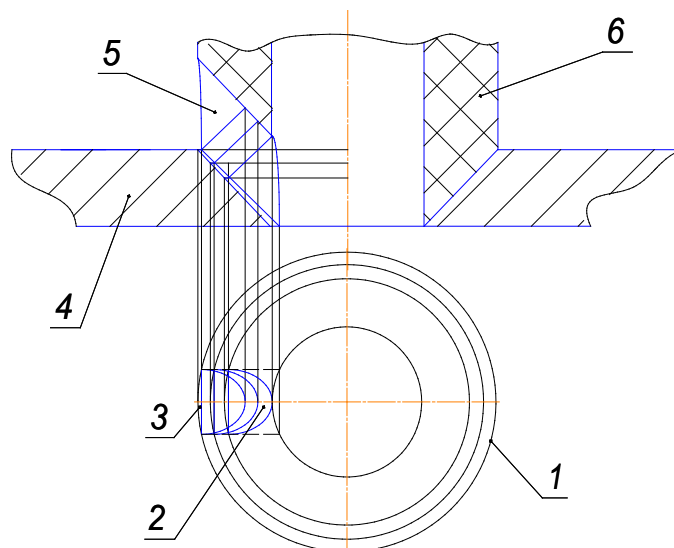
$$S_k = S_{k1} + S_{k2}, \quad (8)$$

где  $S_k$  – площадь поперечного сечения канала истечения молока из молоколовушки, м<sup>2</sup>;  $S_{k1}$  – площадь поперечного сечения выемки в подвижном патрубке, м<sup>2</sup>;  $S_{k2}$  – площадь поперечного сечения части калиброванного канала, образуемая конической поверхностью посадочного гнезда, м<sup>2</sup>.

Площадь поперечного сечения выемки в подвижном патрубке:

$$S_{k1} = \frac{\pi d_k^2}{8}, \quad (9)$$

где  $d_k$  – диаметр поперечного сечения выемки в подвижном патрубке, м.



1 – горизонтальное сечение сопряжения посадочного гнезда в отверстии в дне молоколовушки и подвижного патрубка по глубине отверстия; 2 – горизонтальная проекция поперечного сечения выемки в подвижном патрубке; 3 – часть калиброванного канала, образуемая конической поверхностью посадочного гнезда; 4- дно молоколовушки; 5 - калиброванный канал; 6 – подвижной патрубок

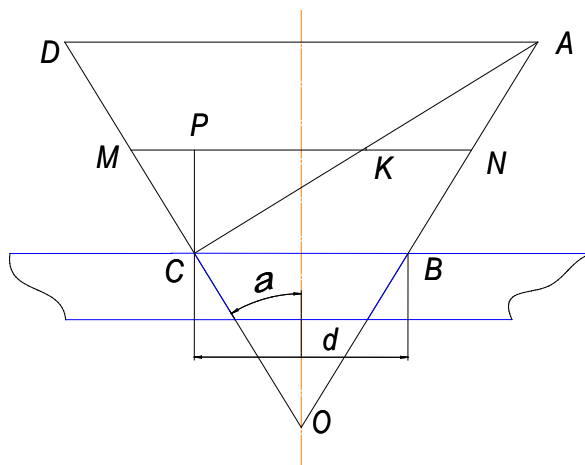
**Рис. 3. Сопряжение посадочного гнезда в отверстии в дне молоколовушки и подвижного патрубка**

Так, при увеличении диаметра выемки от 0,2 до 2,0 мм площадь ее поперечного сечения (рисунок 4) увеличивается с 0,0157 до 1,57 мм<sup>2</sup>.



**Рис. 4. Площадь поперечного сечения выемки в подвижном патрубке**

На рисунке 5 приведена расчетная схема сопряжения посадочного гнезда в отверстии в дне молоколовушки и подвижного патрубка для определения площади его поперечного сечения.



AOD – коническая поверхность сопряжения посадочного гнезда в отверстии в дне молоколовушки и подвижного патрубка по глубине отверстия; OD – образующая конической поверхности; AC – плоскость сечения конической поверхности, перпендикулярная образующей, в сечении которой получаем эллипс; AC – большая ось эллипса; К – центр эллипса.

Рис. 5. Расчетная схема посадочного гнезда в отверстии в дне молоколовушки и подвижного патрубка

Для определения площади поперечного сечения части калиброванного канала, образуемой конической поверхностью посадочного гнезда, потребуется определить общую площадь эллипса, образуемого в сечении конической поверхности плоскостью, перпендикулярной боковой поверхности конуса, при условии, что угол при вершине конуса менее  $90^0$ . В противном случае в сечении мы получим параболу. Принимая больший диаметр  $CB$  конического отверстия, равный  $d$ , и половину угла при вершине конуса, равный  $\alpha$ , мы можем записать:

$$OC = \frac{CB}{2 \sin \alpha} = \frac{d}{2 \sin \alpha}. \quad (10)$$

В таком случае большая ось эллипса будет равна:

$$AC = \frac{CB \tan 2\alpha}{2 \sin \alpha} = \frac{d \tan 2\alpha}{2 \sin \alpha}, \quad (11)$$

Для определения длины меньшей оси эллипса, вначале определим положение его центра К на большой оси:

$$KC = \frac{AC}{2} = \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha}. \quad (12)$$

Затем определим удаление положения К меньшей полуоси эллипса от точки М на образующей OD горизонтальной плоскости сечения конуса, проходящей через центр большей оси эллипса К:

$$KM = \frac{KC}{\cos \alpha} = \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha \cos \alpha} = \frac{d}{2 \cos 2\alpha}. \quad (13)$$

Для определения диаметра NM окружности в сечении конуса горизонтальной плоскостью, проходящей через середину большей полуоси эллипса, вначале определим его удаление от большего диаметра конического отверстия CD:

$$CP = KC \sin \alpha = \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sin \alpha = \frac{d \tan 2\alpha}{4}, \quad (14)$$

а затем его одностороннее увеличение PM:

$$PM = CP \tan \alpha = \frac{d \tan 2\alpha \tan \alpha}{4}. \quad (15)$$

Отсюда, диаметр NM окружности (рисунок 5) в сечении конуса горизонтальной плоскостью, проходящей через середину большей полуоси эллипса, равен:

$$NM = 2CP \tan \alpha + CB = \frac{d \tan 2\alpha \tan \alpha}{2} + d = \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{2}. \quad (16)$$

И теперь мы можем определить удаление RK (рисунок 6) положения меньшей оси ST от центра окружности R:

$$RK = KM - \frac{MN}{2} = \frac{d}{2 \cos 2\alpha} - \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} = \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}. \quad (17)$$



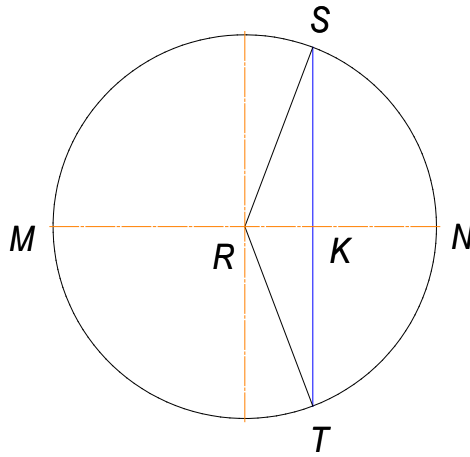


Рис. 6. К расчету длины меньшей оси эллипса

Отсюда длина меньшей оси ST равна:

$$ST = 2\sqrt{\left(\frac{MN}{2}\right)^2 - RK^2}. \quad (18)$$

Или

$$ST = 2\sqrt{\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2}. \quad (19)$$

Если рассматривать эллипс, приведенный на рисунке 7, то из него следует, что искомая часть калиброванного канала, образуемая конической поверхностью посадочного гнезда, представлена здесь фигурой UHFC.

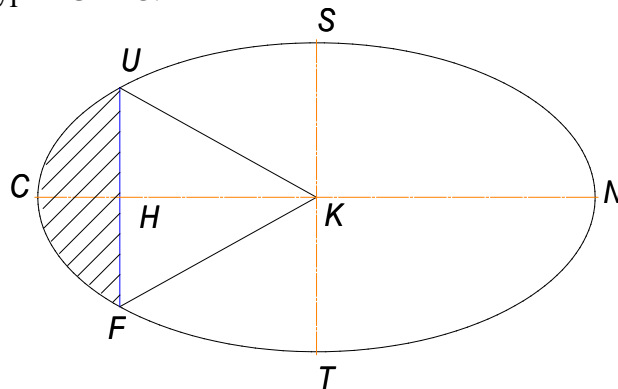


Рис. 7. К расчету части калиброванного канала, образуемой конической поверхностью посадочного гнезда

Для определения ее площади воспользуемся известным выражением:

$$S_{сек} = ab \arccos \frac{x_0}{a} - x_0 y_0, \quad (20)$$

где  $S_{сек}$  – площадь сегмента,  $m^2$ ;  $a$  – большая полуось эллипса,  $m$ ;  $b$  – малая полуось эллипса,  $m$ ;  $x_0, y_0$  – абсцисса и ордината соответственно крайней точки сегмента,  $m$ .

Значения  $a$  большой полуоси мы можем определить из уравнения (12). Разделив уравнение (19) на 2 мы получим размер малой полуоси  $b$ . Ординату крайней точки сегмента  $y_0$  определим, разделив на 2 значение  $d_k$  – диаметр поперечного сечения выемки в подвижном патрубке. А для определения  $x_0$  – абсциссы крайней точки сегмента воспользуемся каноническим уравнением эллипса, которое имеет вид:

$$\frac{x_0^2}{a^2} + \frac{y_0^2}{b^2} = 1. \quad (21)$$

Откуда

$$x_0 = a \sqrt{\left(1 - \frac{y_0^2}{b^2}\right)}. \quad (22)$$

Или с учетом уравнений (12), (19)

$$x_0 = \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)}. \quad (23)$$

И теперь уравнение для расчета части калиброванного канала, образуемой конической поверхностью посадочного гнезда, будет иметь вид:

$$S_{k2} = \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2} \times \\ \times \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} - \\ - \frac{d d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)}, \quad (24)$$

Анализируя уравнение (24) можно отметить, что с увеличением конусности посадочного гнезда подвижного патрубка (рисунок 8) площадь поперечного сечения канала, образованного конической поверхностью посадочного гнезда уменьшается, в то время как при увеличении диаметра впадины в подвижном патрубке она растет.

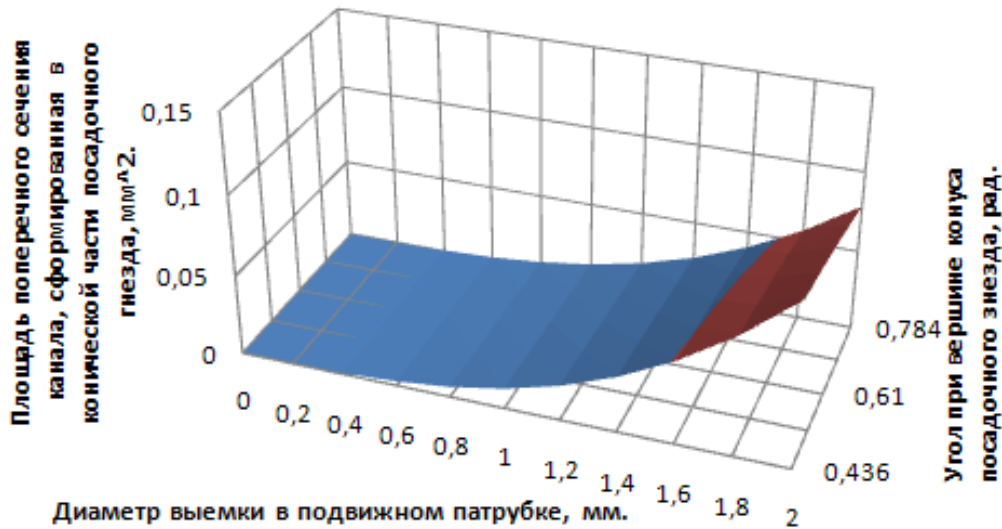


Рис. 8. Площадь поперечного сечения канала образованного конической поверхностью посадочного гнезда подвижного патрубка

В окончательном виде уравнение (8) для определения площади поперечного сечения канала истечения молока из молоколовушки с учетом уравнений (9) и (24) принимает вид:

$$S_k = \frac{\pi d_k^2}{8} + \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2} \times \\ \times \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} - \\ - \frac{d d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)}, \quad (25)$$

В графическом виде данное уравнение представлено на рисунке 9.

Как показывают расчеты по уравнению (25), для патрубка наружным диаметром 0,012 м, при максимальном угле наклона к оси симметрии образующей конической поверхности посадочного гнезда подвижного патрубка, равном 0,784 рад., и минимальном диаметре впадины в подвижном патрубке 0,2 мм, площадь поперечного сечения сливного канала составляет

0,0157 мм<sup>2</sup>, в то время как при минимальном угле в 0,436 рад. и максимальном диаметре выемки в подвижном патрубке, равном 2 мм, площадь поперечного сечения сливного канала составляет 1,671 мм<sup>2</sup>.

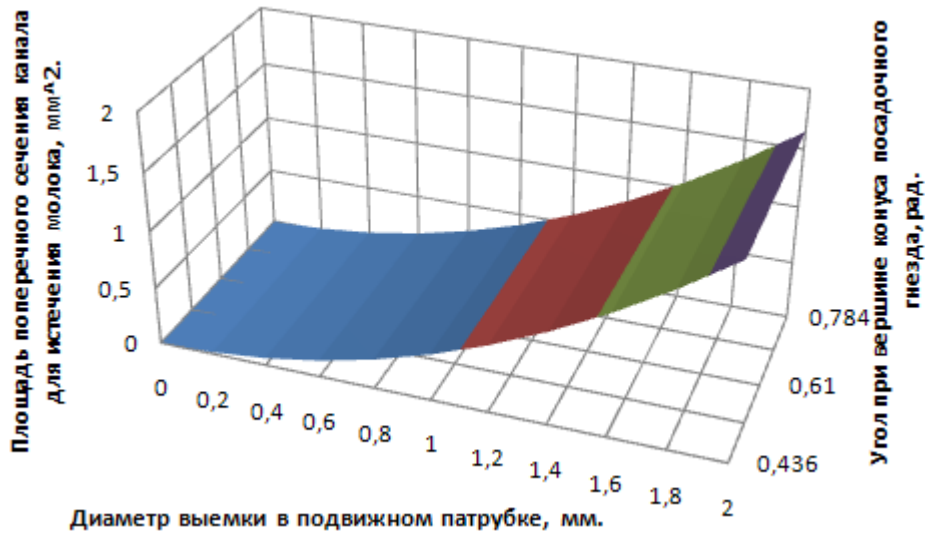


Рис. 9. Площадь поперечного сечения сливного канала

Следует заметить, что с приближением к вершине конуса площадь поперечного сечения канала истечения молока увеличивается. Это связано с увеличением кривизны конической поверхностью посадочного гнезда за счет уменьшения диаметра поперечного сечения конуса:

$$d_y = f(y, \alpha), \tag{26}$$

где  $y$  – перемещение плоскости поперечного сечения канала истечения молока по вертикали от основания конуса диаметром  $d$  к его вершине. Интенсивность изменения диаметра по высоте конуса зависит от угла  $\alpha$  при вершине конуса отклонения его образующей от вертикали. Можно записать уравнение, аналитически связывающие данные параметры:

$$d_y = d - 2y \tan \alpha. \tag{27}$$

Подставив данное уравнение в уравнение (25) мы можем установить характер изменения площади поперечного сечения канала истечения молока из молоколовушки:

$$S_{ky} = \frac{\pi d_k^2}{8} + \frac{(d - 2y \tan \alpha) \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \times \sqrt{\left(\frac{(d - 2y \tan \alpha)(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{(d - 2y \tan \alpha)[2 - \cos 2\alpha (\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2} \times \arccos \left( \frac{1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left(\frac{(d - 2y \tan \alpha)(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{(d - 2y \tan \alpha)[2 - \cos 2\alpha (\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2 \right]}}{\frac{(d - 2y \tan \alpha) d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha}} \right) - \times \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left(\frac{(d - 2y \tan \alpha)(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{(d - 2y \tan \alpha)[2 - \cos 2\alpha (\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2 \right]}\right)}, \tag{28}$$

Как показывают выполненные расчеты по уравнению (28), как с перемещением плоскости сечения вдоль канала истечения молока по направлению к вершине конической поверхности посадочного гнезда, так и с увеличением диаметра впадины в подвижном патрубке, наблюдается увеличение площади поперечного сечения канала (рисунок 10). Так, для па-

трубка наружным диаметром 0,012 м, при диаметре впадины в патрубке 0,002 м и перемещении к вершине на 5 мм при угле наклона образующей 0,523 рад., площадь поперечного сечения канала увеличивается с 1,666 до 1,758 мм<sup>2</sup>.

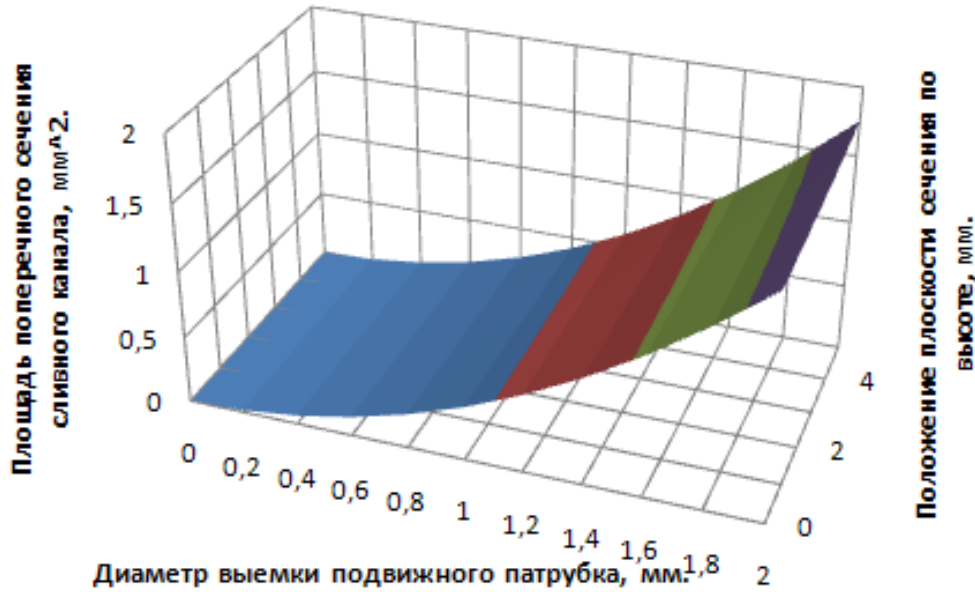


Рис. 10. Характер изменения площади поперечного сечения сливного канала по его длине

При определении положения центра тяжести поперечного сечения канала истечения молока из молоколовушки, - точки приложения напора истечения, мы исходили из того, что, как показано на рисунке 3, канал состоит из двух составляющих: сечение выемки в подвижном патрубке и часть калиброванного канала, образуемая конической поверхностью посадочного гнезда. Их разделительная линия (рисунок 11) проходит через центр окружности, полуокружность которой образует выемку в подвижном патрубке. А так как конструктивно выполнено так, что разделительная линия выполнена на уровне дна молоколовушки (рисунок 2, 3), то начало Декартовой системы координат разместим в центре полуокружности.

В таком случае сечение выемки, выполненное в виде полуокружности, будет иметь положение центра тяжести по оси Y на расстоянии от оси X:

$$y_{o1} = \frac{4UF}{3\pi} = \frac{4d_k}{3\pi}. \tag{29}$$

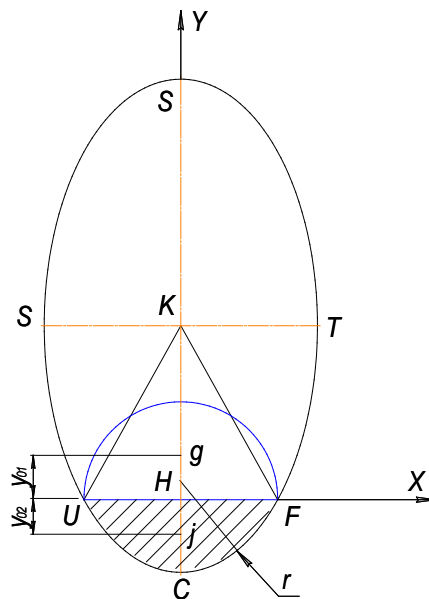


Рис. 11. К расчету положения центра тяжести сливного отверстия

Часть калиброванного канала, образуемую конической поверхностью посадочного гнезда, будем рассматривать как сектор эллипса радиусом  $r$  (рисунок 12).

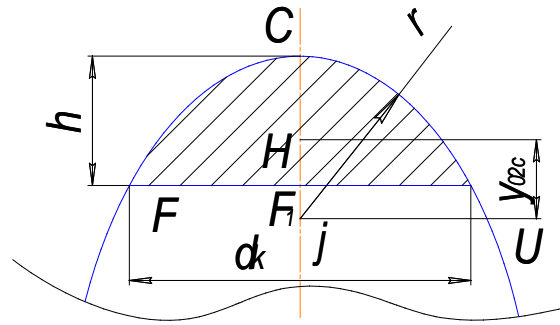


Рис. 12. К расчету положения центра тяжести части сечения, образуемой конической поверхностью посадочного гнезда

Положение центра тяжести относительно фокуса  $F_1$  мы можем определить из уравнения:

$$y_{02c} = \frac{d_k^3}{S_{k2}} \quad (30)$$

С учетом того, что расстояние от центра эллипса  $K$  (рисунок 7) до фокуса  $F_1$ , с учетом уравнения (11) и (19) можно представить в виде:

$$KF_1 = \sqrt{\left(\frac{AC}{2}\right)^2 - \left(\frac{ST}{2}\right)^2}, \quad (31)$$

мы можем записать уравнение для определения положения центра тяжести  $y_{02}$  относительно разделительной линии:

$$y_{02} = y_{02c} + KF_1 - x_0 = y_{02c} + \sqrt{\left(\frac{AC}{2}\right)^2 - \left(\frac{ST}{2}\right)^2} - x_0. \quad (32)$$

Или с учетом (11), (19), (23) и (30):

$$y_{02} = y_{02c} + KF_1 - x_0 = \frac{d_k^3}{S_{k2}} + \sqrt{\left(\frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha}\right)^2 - \left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 + \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2} - \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4\left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)}. \quad (33)$$

И теперь, зная координаты центра тяжести обеих частей, мы можем определить центр тяжести сливного канала:

$$y_{obc} = \frac{S_{k1}y_{01} - S_{k2}y_{02}}{S_{k1} + S_{k2}}, \quad (34)$$

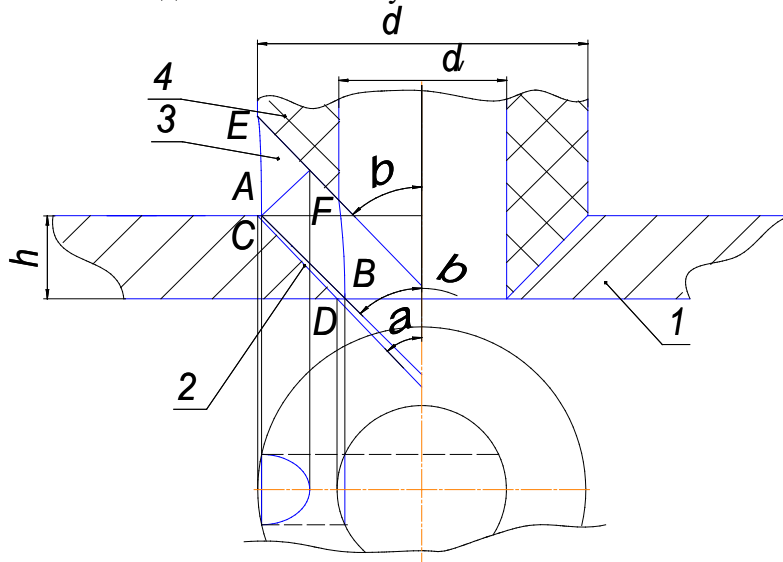
где  $y_{obc}$  – положение центра тяжести по оси  $Y$  поперечного сечения канала слива молока из молоколушки, м.

Подставив в уравнение (34) уравнения (9), (24), (25), (29), (33), получим:

$$y_{obc} = \frac{(d_k^3 - 6S_{k2}y_{02})}{6S_k} = \{d_k^3 - 6\left[\frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2} \times \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4\left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)} - \frac{d \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4\left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)}\right] \times$$

$$\begin{aligned}
 & \times \left[ \frac{d_k^3}{S_{k2}} + \sqrt{\left(\frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha}\right)^2 - \left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 + \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2} - \right. \\
 & \left. \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)} \right] \} / \\
 & 6 \left[ \frac{\pi d_k^2}{8} + \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2} \times \right. \\
 & \left. \times \arccos \left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right) - \right. \\
 & \left. - \frac{d d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[\left(\frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4}\right)^2 - \left(\frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha}\right)^2\right]}\right)} \right]. \quad (35)
 \end{aligned}$$

Но при этом следует отметить, что как линия симметрии *AB* (Рисунок 13), так и образующая *EF* выемки 3 в подвижном патрубке 4 не параллельны образующей *CD* конического отверстия 2, выполненного в дне 1 молоколовушки.



1- дно молоколовушки; 2 - образующая конического отверстия; 3 - выемка в подвижном патрубке; 4 - подвижной патрубков

**Рис. 13. К определению угла расположения оси симметрии и образующей выемки в подвижном патрубке относительно оси симметрии**

Они расположены под углом  $\beta$  к оси симметрии подвижного патрубков 4 и конического отверстия 2. Это связано с тем, что выемка 3 в подвижном патрубке 4 имеет одинаковое поперечное сечение по всей своей длине. Из рисунка 13 следует, что:

$$h = \frac{d - d_v}{2 \tan \alpha'} \quad (36)$$

где  $h$  – толщина дна молоколовушки,  $m$ ;  $d_v$  – внутренний диаметр подвижного патрубков, равный меньшему диаметру конического отверстия,  $m$ .

Но также мы можем записать:

$$h = \frac{\sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_k}{2}\right)^2} - \sqrt{\left(\frac{d_v}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_k}{2}\right)^2}}{\tan \beta}, \quad (37)$$

или

$$h = \frac{\sqrt{d^2 - d_k^2} - \sqrt{d_v^2 - d_k^2}}{2 \tan \beta}, \tag{38}$$

Отсюда, приравняв уравнения (36) и (38):

$$\frac{d - d_v}{2 \tan \alpha} = \frac{\sqrt{d^2 - d_k^2} - \sqrt{d_v^2 - d_k^2}}{2 \tan \beta}, \tag{39}$$

мы можем определить значение угла  $\beta$  положения оси симметрии и образующей выемки в подвижном патрубке относительно оси симметрии:

$$\beta = \arctg \frac{\tan \alpha \left( \sqrt{d^2 - d_k^2} - \sqrt{d_v^2 - d_k^2} \right)}{d - d_v}, \tag{40}$$

а с учетом уравнения (36) уравнение (40) приобретает вид:

$$\beta = \arctg \frac{\left( \sqrt{d^2 - d_k^2} - \sqrt{d_v^2 - d_k^2} \right)}{2h}. \tag{41}$$

Как показывают расчеты, выполненные по уравнению (41), значение угла  $\beta$  зависит как от угла при вершине конуса, образующего посадочное гнездо подвижного патрубка, так и от конструктивных параметров подвижного патрубка: диаметра наружного и диаметра внутреннего. При наружном диаметре патрубка 0,012 м, внутреннем диаметре 0,008 м, угле отклонения образующей посадочного гнезда, равном 0,436 рад., диаметре впадины подвижного патрубка 0,0002 мм – угол  $\beta$  отклонения от оси симметрии образующей впадины патрубка практически соответствует углу положения образующей посадочного гнезда, а вот при диаметре впадины 0,002 мм угол составляет 0,444 рад. На рисунке 14 зависимость (41) представлена в графическом виде для указанных параметров подвижного патрубка.

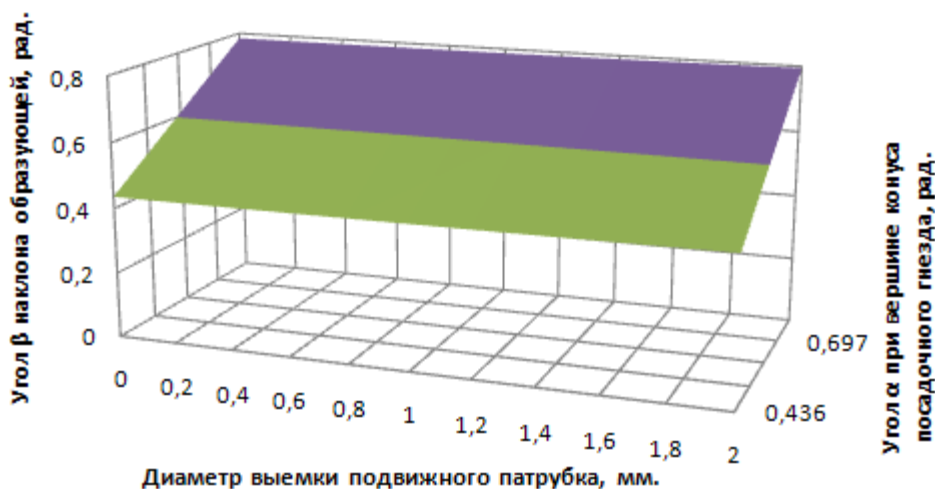


Рис. 14. Характер зависимости угла  $\beta$  отклонения от оси симметрии образующей впадины в подвижном патрубке

Высота положения центра тяжести поперечного сечения сливного канала над дном молоколовушки будет равна:

$$h_{ct} = \frac{(d_k^3 - 6S_{k2}y_{02})}{6S_k} \sin \beta, \tag{42}$$

где  $h_{ct}$  - высота положения центра тяжести поперечного сечения сливного канала над дном молоколовушки, м.

Тогда выполняем преобразования

$$h_{ct} = \left\{ \left\{ d_k^3 - 6 \left[ \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2} \right] \right\} \times \right.$$

$$\begin{aligned}
 & \times \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right) -} \\
 & - \frac{d d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} \times \\
 & \times \left[ \frac{d_k^3}{S_{k2}} + \sqrt{\left( \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \right)^2 - \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 + \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2} - \right. \\
 & \left. \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} \right] \} / \\
 & 6 \left[ \frac{\pi d_k^2}{8} + \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2} \times \right. \\
 & \left. \times \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right) -} \right. \\
 & \left. - \frac{d d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} \right] \times \\
 & \times \operatorname{Sin} \arctg \frac{\left( \sqrt{d^2 - d_k^2} - \sqrt{d_v^2 - d_k^2} \right)}{2h}. \tag{43}
 \end{aligned}$$

В таком случае напор истечения, создаваемый столбом молока в стимулирующем режиме доения при нижнем положении поплавка (рисунок 2), может в критической точке на грани начала всплытия поплавка достигать значения:

$$h_m = h_{mp} - h_{ct}. \tag{44}$$

А с учетом уравнений (5) и (43), равенство (44) примет вид:

$$\begin{aligned}
 h_m &= \frac{4(F_p + F_m)}{\pi \gamma (D_p^2 - d_p^2)} - \\
 & - \left\{ \left\{ d_k^3 - 6 \left[ \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2} \right. \right. \right. \\
 & \times \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right) -} \\
 & \left. - \frac{d d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} \right] \times \\
 & \times \left[ \frac{d_k^3}{S_{k2}} + \sqrt{\left( \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \right)^2 - \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 + \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2} - \right. \\
 & \left. \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left(1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} \right] \} / \\
 & 6 \left[ \frac{\pi d_k^2}{8} + \frac{d \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \sqrt{\left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2} \times \right.
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} & \times \arccos \sqrt{\left( 1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha (\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} - \\ & - \frac{d d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \sqrt{\left( 1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{d(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{d[2 - \cos 2\alpha (\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} \times \\ & \times \operatorname{Sin} \arctg \frac{\left( \sqrt{d^2 - d_k^2} - \sqrt{d_v^2 - d_k^2} \right)}{2h}. \end{aligned} \quad (45)$$

Из [7] известно, что при истечении жидкости через отверстия и насадки ее расход можно описать уравнением вида:

$$Q = \mu S \sqrt{2gH}, \quad (46)$$

где  $Q$  – расход жидкости,  $m^3/c$ ;  $\mu$  – коэффициент расхода;  $S$  – площадь поперечного сечения сливного отверстия (канала),  $m^2$ ;  $g$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ ;  $H$  – напор истечения жидкости,  $m$ .

Как мы показали выше, в нашем случае истечение молока из молоколовушки осуществляется через расширяющийся канал, площадь поперечного сечения которого на входе описывается уравнением (25), а на выходе – (28).

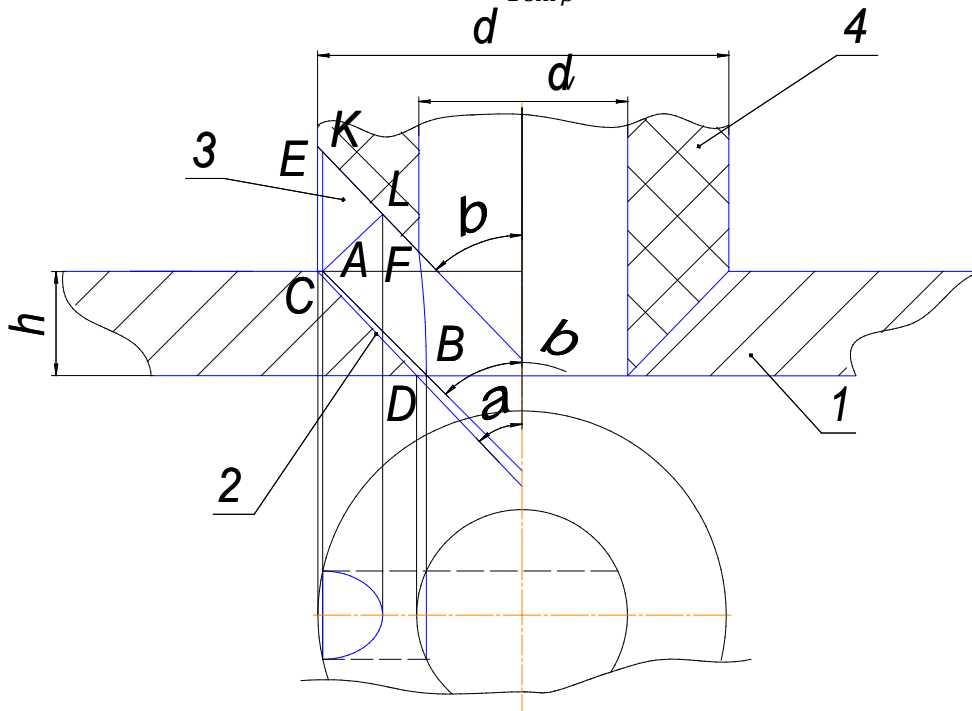
Длину канала истечения молока определим как (рисунок 15):

$$LF = EF - EK - KL, \quad (47)$$

где  $LF$  – длина канала истечения молока, м;  $EF$  – длина образующей канала истечения, м;  $EK$  – проекция на линию  $LF$  расстояния  $AC$  положения линии раздела поперечного сечения сливного канала, образуемого выемкой в подвижном патрубке и конической поверхностью посадочного гнезда, м;  $KL$  – расстояние до плоскости поперечного сечения (начала) сливного канала, м.

Длина образующей канала истечения:

$$EF = \frac{d - d_v}{2 \sin \beta}. \quad (48)$$



1- дно молоколовушки; 2 - образующая конического отверстия; 3 - выемка в подвижном патрубке; 4 - подвижной патрубков

Рис. 15. К определению длины сливного канала

Расстояние  $AC$  положения линии раздела поперечного сечения сливного канала, образуемого выемкой в подвижном патрубке и конической поверхностью посадочного гнезда определим из выражения:

$$AC = \frac{d}{2} - \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_k}{2}\right)^2}. \quad (49)$$

Тогда

$$EK = \frac{\frac{d}{2} - \sqrt{\left(\frac{d}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_k}{2}\right)^2}}{\sin \beta} = \frac{d - \sqrt{d^2 - d_k^2}}{2 \sin \beta}. \quad (50)$$

Расстояние  $KL$  до плоскости поперечного сечения (начала) сливного канала равно:

$$KL = \frac{d_k}{2 \tan \beta}. \quad (51)$$

И теперь, подставив в уравнение(47) уравнения (48), (50) и (51), определим длину канала истечения молока:

$$LF = \frac{d-d_v}{2 \sin \beta} - \frac{d - \sqrt{d^2 - d_k^2}}{2 \sin \beta} - \frac{d_k}{2 \tan \beta} = \frac{\sqrt{d^2 - d_k^2} - d_k \cos \beta - d_v}{2 \sin \beta}. \quad (52)$$

Уравнение (46) содержит коэффициент расхода жидкости  $\mu$ :

$$\mu = \varepsilon \varphi, \quad (53)$$

где  $\varphi$  – коэффициент скорости;  $\varepsilon$  – коэффициент сжатия струи.

Коэффициент скорости определяется как:

$$\varphi = \sqrt{\frac{1}{1 + \xi_{отв} + \xi_{расш} + \lambda \frac{l}{d_\varphi}}}, \quad (54)$$

где  $\xi_{отв}$ ,  $\xi_{расш}$  – коэффициенты местных сопротивлений;  $l$  – длина канала,  $m$ ;  $d_\varphi$  – диаметр канала,  $m$ .

В нашем случае длина канала истечения  $l$ :

$$l = LF = \frac{\sqrt{d^2 - d_k^2} - d_k \cos \beta - d_v}{2 \sin \beta}. \quad (55)$$

А за диаметр  $d_\varphi$  мы можем принять приведенный диаметр, который получим из уравнений (8) и (25), характеризующих площадь поперечного сечения канала истечения молока из молоколовушки. Но учитывая, что калиброванный канал истечения расширяется к выходу, справедливым для определения приведенного диаметра будет полученное нами уравнение (28):

$$d_{pr} = 2 \sqrt{\frac{S_{ky}}{\pi}}. \quad (56)$$

где  $d_{pr}$  – приведенный диаметр калиброванного канала,  $m$ .

Или

$$d_{pr} = 2 \left\{ \left[ \frac{\pi d_k^2}{8} + \frac{(d - 2y \tan \alpha) \tan 2\alpha}{4 \sin \alpha} \times \sqrt{\left( \frac{(d - 2y \tan \alpha)(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{(d - 2y \tan \alpha)[2 - \cos 2\alpha (\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2} \right] \times \arccos \sqrt{\left( 1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{(d - 2y \tan \alpha)(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{(d - 2y \tan \alpha)[2 - \cos 2\alpha (\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} - \frac{(d - 2y \tan \alpha) d_k \tan 2\alpha}{8 \sin \alpha} \times \sqrt{\left( 1 - \frac{d_k^2}{4 \left[ \left( \frac{(d - 2y \tan \alpha)(\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)}{4} \right)^2 - \left( \frac{(d - 2y \tan \alpha)[2 - \cos 2\alpha (\tan 2\alpha \tan \alpha + 2)]}{4 \cos 2\alpha} \right)^2 \right]} \right)} \right] / \pi \}^{0.5}, \quad (57)$$

При доении коровы в стимулирующем режиме напор истечения  $H$  молока из молоколовушки включает напор, создаваемый столбом молока в молоколовушке, и напор, создаваемый перепадом давления между давлением в камере рабочего вакуумметрического давления и молокоприемной камере коллектора:

$$H = h_m + \frac{P_n - P_{st}}{\rho}, \quad (58)$$

где  $P_n$  – номинальное вакуумметрическое давление, Па;  $P_{st}$  – вакуумметрическое давление при доении в стимулирующем режиме, Па;  $\rho$  – удельный вес молока,  $H/м^3$ .

И теперь, используя известное уравнение (46) и наши промежуточные выкладки, мы можем записать уравнение для расчета расхода молока из молоколовушки через калиброванный канал, образованный выемкой в подвижном патрубке в коническом посадочном гнезде, выполненном в дне молоколовушки:

$$Q_{ms} = \varepsilon \varphi S_{ky} \sqrt{2g \left( h_m + \frac{P_n - P_{st}}{\rho} \right)}, \quad (59)$$

где  $Q_{ms}$  – расход молока при доении в стимулирующем режиме,  $м^3/с$ .

Подставив в данное уравнение уравнения (28), (45), (54), (55) и (57), мы можем установить требуемое значение диаметра  $d_k$  выемки в подвижном патрубке, при котором обеспечивается требуемый расход молока  $Q_{ms}$  из молоколовушки в молокоприемную камеру коллектора при доении в стимулирующем режиме. Однако уравнение (58) в развернутом виде достаточно громоздко и имеет сложную структуру. Поэтому выполним его теоретическое исследование с построением графика для визуального представления искомой зависимости с последующим установлением по расчетным таблицам интервала варьирования диаметра  $d_k$  выемки в подвижном патрубке. При этом сделаем допущения по конструктивным параметрам составных частей (таблица 1).

Таблица 1 – Конструктивные параметры элементов датчика потока молока

Вес поплавка, Н	0,11
Вес магнита, Н	0,02
Диаметр поплавка наружный, м	0,043
Диаметр поплавка внутренний, м	0,013
Высота поплавка, м	0,03
Диаметр патрубка наружный, м	0,012
Диаметр патрубка внутренний, м	0,008
Удельный вес молока, $Н/м^3$	10000
Номинальное вакуумметрическое давление, Па	48000
Стимулирующее вакуумметрическое давление, Па	33000

Результаты теоретических исследований, представлены на рисунке 16 и в таблице 2.

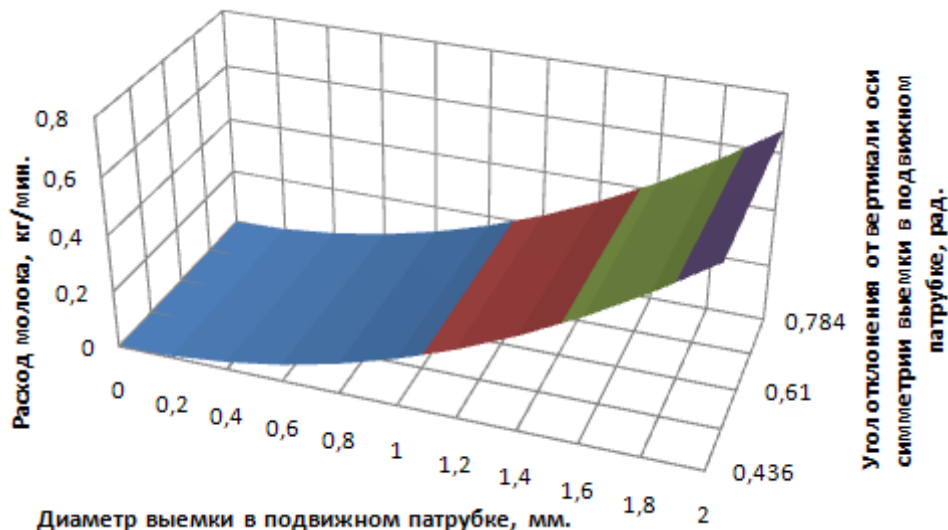


Рис.16. К определению диаметра калиброванного канала для истечения молока из молоколовушки

Как свидетельствуют приведенные теоретические исследования расход молока из молоколовушки через калиброванный канал, образуемый выемкой в подвижном патрубке и конической поверхностью посадочного гнезда в значительной степени зависит от площади поперечного сечения канала, коэффициента скорости истечения и коэффициента сжатия струи, а также напора истечения, формируемого столбом молока в молоколовушке и перепадом давления в камере рабочего вакуумметрического давления и в молокоприемной камере коллектора.

**Таблица 2 – Результаты исследований расхода молока из молоколовушки через калиброванный канал**

Угол $\alpha$ , рад.	Диаметр впадины в подвижном патрубке, мм				
	0,2	0,4	0,6	0,8	1
0,436	0,0065	0,0261	0,0592	0,1060	0,1667
0,523	0,0065	0,0261	0,0592	0,1059	0,1665
0,61	0,0065	0,0261	0,0591	0,1058	0,1662
0,697	0,0064	0,0261	0,0591	0,1056	0,1659
0,784	0,0064	0,0261	0,0590	0,1054	0,1656

В результате изучения полученных результатов, нами установлено, что для обеспечения расхода молока через калиброванный канал с оговоренными конструктивными параметрами с интенсивностью до  $0,050 \dots 0,060$  кг/мин, необходимо, чтобы посадочное гнездо и взаимодействующая с ним часть подвижного патрубка были выполнены с углом отклонения образующих от оси симметрии, равным  $0,436 \dots 0,784$  рад., а выемка в подвижном патрубке должна быть выполнена диаметром не более  $0,6$  мм.

#### Библиография

1. Устройство автоматического отключения доильного аппарата: пат. 2395196 Рос. Федерация. № [2008137889/12](#) / Лукманов Р.Р., Волков И.Е., Зиганшин Б.Г., Мустафин А.А., Кашапов И.И., Ситдииков Ф.Ф.; заявл. 22.09.2008; опублик. [27.07.2010](#), Бюл. № 21. 5 с.
2. Доильный аппарат: пат. 2493696 Рос. Федерация. № 2012126476/13 / Ульянов В.М., Карпов Ю.Н., Коледов Р.В., Набатчиков А.В.; заявл. 25.06.2012; опублик. 27.09.2013, Бюл. № 27. 10 с.
3. Доильный аппарат: пат. 2524542 Рос. Федерация. № 2013107918/13 / Ульянов В.М., Карпов Ю.Н., Набатчиков А.В., Хрипин В.А.; заявл. 21.02.2013; опублик. 27.07.2014, Бюл. № 21. 9 с.
4. Стимулирующий доильный аппарат: пат. на полезную модель 154349 Рос. Федерация. № 2015111755/13 / Шукин С.И., Кирсанов В.В., Легеза В.Н., Абылкасымов Д.А., Щукина Т.Н., Шукин А.С.; заявл. 31.03.2015; опублик. 20.08.2015, Бюл. № 23. 7 с.
5. Доильный аппарат: пат. 2442319 Рос. Федерация. № 2010112576/13 / Андрианов Е.А., Андрианов А.А., Андрианов А.М., Злобин В.В.; заявл. 31.03.2010; опублик. 20.02.2012, Бюл. № 5. 7 с.
6. Доильный аппарат: пат. 2613499 Рос. Федерация. № 2015148119 / Андрианов Е.А., Андрианов А.А., Андрианов А.М., Бородин С.А.; заявл. 09.11.2015; опублик. 16.03.2017, Бюл. № 8. 7 с.
7. Константинов Ю.М. Гидравлика // Учебник. – 2-е изд. перераб. и доп. К.: Вища школа, 1988 г. 398 с.

#### References

1. Ustrojstvo avtomaticheskogo otkliucheniya doilnogo apparata [The device automatically disable the milking machine] RU 2395196. № [2008137889/12](#) / Lukmanov R.R., Volkov I.E., Ziganshin B.G., Mustafin A.A., Rashapov I.I., Sitdikov F.F. declared on 22.09.2008; published on [27.07.2010](#), Bull. № 21. 5 p.
2. Doil'nyj apparat [Milking machine] RU 2493696. № 2012126476/13 / Ul'yanov V.M., Karpov I.U.M., Koledov V.M., Nabatchikov A.V. declared on 25.06.2012; published on 27.09.2013, Bull. № 27. 10 p.
3. Doil'nyj apparat [Milking machine] RU 2524542. № 2013107918/13 / Ul'yanov V.M., Karpov I.U.M., Nabatchikov A.V., Hripin V.A. declared on 21.02.2013; published on 27.07.2014, Bull. № 21. 9 p.
4. Stimuliruyushchij doil'nyj apparat [Stimulating milking machine] RU 154349. № 2015111755/13 / Schukin S.I., Kirsanov V.V., Legeza V.N., Abylkasymov D.A., Schukina T.N., Schukin A.S. declared on 31.03.2015; published on 20.08.2015, Bull. № 23. 7 p.
5. Doil'nyj apparat [Milking machine] RU 2442319. № 2010112576/13 / Andrianov E.A. Andrianov A.A., Andrianov M.A., Zlobin V.V. declared on 31.03.2010; published on 20.02.2012, Bull. № 5. 7 p.
6. Doil'nyj apparat [Milking machine] RU 2613499. № 2015148119 / Andrianov E.A. Andrianov A.A., Andrianov M.A., Borodin S.A. declared on 09.11.2015; published on 16.03.2017, Bull. № 8. 7 p.
7. Konstantinov I.U.M. Gidravlika [Hydraulics] // Uchebnik. – 2-e izd. perepab. i dop. K.: Vyscha shkola, 1988 p. 398 s.

### Сведения об авторах

Ужик Владимир Федорович, доктор технических наук, профессор кафедры машин и оборудования в агробизнесе, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 8-4722-392272; 89194337597, E-mail: [uzhik16@rambler.ru](mailto:uzhik16@rambler.ru).

Кузьмина Ольга Сергеевна, преподаватель кафедры землеустройства, ландшафтной архитектуры и плодородства Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 89511401444, E-mail: [osk9592@mail.ru](mailto:osk9592@mail.ru)

Китаёва Оксана Владимировна, доктор технических наук, доцент кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. 8-4722-39-12-80; 89107378439, E-mail: [oksanauzhik@mail.ru](mailto:oksanauzhik@mail.ru).

Тетерядченко Алексей Иванович, аспирант кафедры «Машины и оборудование в агробизнесе», ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, E-mail: [tetryadchenko-a@mail.ru](mailto:tetryadchenko-a@mail.ru), тел. +7(904) 533-02-59

### Information about authors

Uzhik Vladimir, doctor of technical Sciences, Professor of the Department of machinery and equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova street, 1, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 8-4722-392272; 89194337597, E-mail: [uzhik16@rambler.ru](mailto:uzhik16@rambler.ru)

Kuzmina Olga, teacher of the Department of land management, landscape architecture and planning Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova street, 1, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel 89511401444, E-mail: [osk9592@mail.ru](mailto:osk9592@mail.ru)

Kitaeva Oksana, doctor of technical Sciences, associate Professor of the Department of electrical equipment and electrical technologies in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», Vavilova street, 1, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 8-4722-39-12-80; 89107378439, E-mail: [oksanauzhik@mail.ru](mailto:oksanauzhik@mail.ru)

Tetryadchenko Aleksei Ivanovich, Post-graduate student, Department of cars and the equipment in agribusiness, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin", Vavilova street, 1, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, E-mail: [tetryadchenko-a@mail.ru](mailto:tetryadchenko-a@mail.ru), Tel. +7(4722) 39-22-72, +7(904) 533-02-59

УДК 631.3.784.5

*М.М. Юрков*

## ЗАЩИТА ОПЕРАТОРА МОБИЛЬНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО АГРЕГАТА ОТ НИЗКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ

**Аннотация.** Работа оператора мобильного сельскохозяйственного агрегата связана с движением по пересеченной местности, технологическим канавам и другим неровностям на поверхности передвижения. Это создает неудобства в управлении агрегатом, согласовании между конечностями и рабочими органами. Постоянные перемещения, вызванные низкочастотными колебаниями, оказывают негативные воздействия на организм человека. Выявлены вредные воздействия на опорно-двигательный аппарат. Снижение вибрации на оператора осуществляется за счет поддрессирования сиденья. Такие сиденья работают в вертикальном направлении и не дают защиты в продольном и поперечном направлении. Предложена конструкция рабочего места в виде подвесного сиденья, обеспечивающего защиту от динамических воздействий комплексно. При наличии гибких связей в приводе органов управления, подвешенный на пневматической подушке пост управления соединен в нижней части через гидравлический амортизатор с полом кабины, что обеспечивает демпфирование и гашение колебаний. Между оператором и рабочими органами нет перемещения, как в классическом варианте.

**Ключевые слова:** воздействия, опорно-двигательный аппарат, рабочее место, подвеска, амортизация.

### PROTECTION OF MOBILE AGRICULTURAL EQUIPMENT FROM LOW FREQUENCY VIBRATIONS

**Abstract.** The work of the operator of the mobile agricultural unit is associated with cross-country traffic, technological ditches and other irregularities on the surface of movement. This creates inconvenience in the management unit, the coordination between the limbs and working organs. Constant movements caused by low-frequency fluctuations have a negative impact on the human body. Harmful effects on the musculoskeletal system were revealed. The reduction of vibration to the operator is due to the cushioning of the seat. These seats operate in a vertical direction and do not provide protection in the longitudinal and transverse direction. The design of the workplace in the form of a suspension seat, providing protection from dynamic influences in a complex. In the presence of flexible connections in the drive controls, suspended on a pneumatic cushion control post is connected at the bottom through a hydraulic shock absorber with the floor of the cabin for providing cushioning and vibration damping. Between the operator and the working bodies there is no movement, as in the classic version.

**Keywords:** effects, musculoskeletal system, workplace, suspension, seats.

**Введение.** На организм человека динамические воздействия оказывают вредное влияние, вызывающее различные заболевания. Операторская деятельность на мобильных машинах сопряжена с постоянным движением. На опорно-двигательный аппарат (ОДА) и весь организм воздействуют механические колебания, толчки, ускорения, замедления, колебания вокруг вертикальной и горизонтальной осей. Динамические воздействия влияют на состояние оператора, его производительность, самочувствие, отношение к деятельности и на качество выполняемой работы. Снижаются эргономические показатели рабочего места, поскольку подвеска сиденья имеет амортизирующие устройства, способные снижать динамические воздействия в вертикальном направлении. Из-за вертикальных перемещений ОДА между опорным суставом нижней конечности и педалью наблюдается постоянное изменение расстояния. Это требует дополнительных энергетических затрат и может быть причиной ошибки в управлении движущейся машины.

**Объект и методы исследований.** Объектом исследования является процесс проникновения низкочастотных колебаний при работе мобильного сельскохозяйственного агрегата на рабочее место оператора.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В практике использования мобильных средств для защиты оператора используются специальные кресла с демпфирующими устройствами. Традиционные устройства применяются, в основном, для защиты от вертикальных вибраций. В реальных условиях процесс воздействия на оператора включает множество других воздействий отличающихся по силе и направлению.

Образование и проникновение динамических воздействий связано с характеристиками мобильного сельскохозяйственного агрегата, применяемой технологии, окружающей среды и способностей оператора. Активные узлы могут генерировать периодические импульсы вибрации, отдельные перемещения массивных частей мобильного сельскохозяйственного агрегата

в том числе и самого агрегата дают единичные силовые импульсы. Двигатель внутреннего сгорания, трансмиссия, ходовая часть, транспортеры, подъем и опускание бункера рабочих аппаратов - все это источники динамических воздействий. Другие источники связаны с технологией работ и средой.

Образование вибрации связано с нарушением балансировки валов, при этом характер воздействия зависит от ориентации вала, величины массы небаланса и частоты вращения. Кроме того, вибрация возникает при увеличении зазоров в опорах вала, при этом будет прослушиваться стук, частота которого соизмерима с частотой вращения вала. Импульсы передаются к остову через точки крепления вала в скользящих опорах. При этом направление импульсов распространяется в плоскости, перпендикулярной оси вала. Динамический импульс распространяется через опоры и рамные элементы конструкции машины.

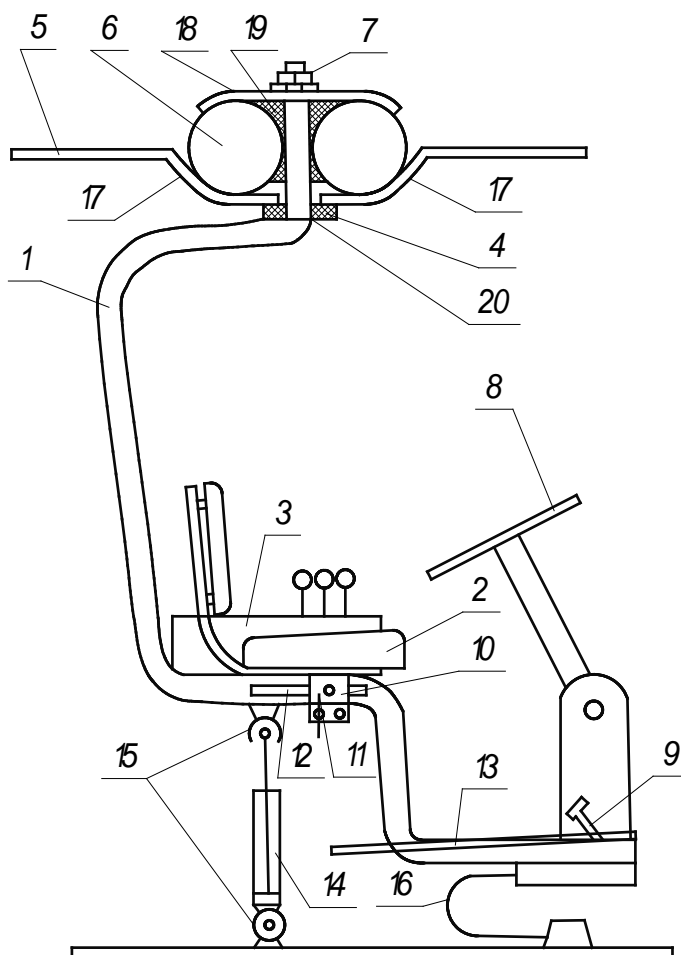
К средствам защиты от динамических воздействий на оператора сельскохозяйственных МТА следует отнести компоновку машины с позиции распределения воздействующих сил. Возникновение и распределения сил [1] связано с соотношением контактных точек МТА на поверхность почвы и размещением сиденья оператора, поскольку оно является основной опорой корпуса тела. Очевидно, что наиболее выгодное место, где на оператора будет воздействовать меньшая динамическая нагрузка, является точкой пересечения линий соединяющих контактные точки с поверхностью, по которой перемещается агрегат. Из практических наблюдений видно, что на некоторых тракторах сиденье размещается над осью задних колес. Наблюдается также варианты еще более не выгодной компоновки это комбайны, где сиденье устанавливается непосредственно над колесом. В таком соотношении осуществляется прямая связь от контактной точки вверх к сиденью, где силы вертикального воздействия действуют практически без ослабления. На тракторах типа К-744 оператор помещен в центре между четырьмя колесами, что существенно улучшает защиту. Не смотря на это, надо отметить, что высокое размещение рабочего места может способствовать увеличению горизонтальных раскачиваний. Поэтому, размещая сиденья оператора в центре пересечения контактных точек, необходимо, на сколько это возможно, снизить высоту размещения рабочего места.

С целью комплексного динамического воздействия в виде низкочастотных колебаний преимущественно в горизонтальном направлении предложена подвеска в виде маятника, закрепленного на крыше кабины через защитное устройство (рисунок 1), предотвращающее передачу вибраций и силовых воздействий. Таким устройством может быть шаровидная опора с пружинным демпфером, а также пневматический торообразный элемент, поддерживающий ось, на которой закреплен пост управления с сиденьем.

В подвесном рабочем месте оператора управляющие воздействия передаются при наличии гибких приводов органов управления, т.е. электропроводов, гидравлических шлангов, которые позволяют системе иметь свободу в горизонтальных и вертикальных перемещениях. Перемещение нижней части поста связано с инерцией, возможных ударов об ограничитель.

При работе устройство качается в виде маятника, в различных направлениях, предотвращая резкие воздействия на ОДА оператора. Для гашения колебаний в конструкции подвески и ограничения движения установлен гидравлический амортизатор, который обеспечивает эффективность амортизации во всех направлениях.

Требуемая эффективность системы защиты от динамического воздействия на организм оператора или требуемое снижение уровня вибрации при периодических импульсах или величина демпфирования при отдельных импульсах должна определяться с учетом всего набора исходных данных в источниках образования первичных импульсов и их характеристик влияния технико-эксплуатационных показателей МТА [2] и условий распространения импульсов.



1 - рама; 2 - сиденье; 3 - пульт управления; 4 - уплотнитель; 5 - кабина; 6 - пневматический амортизатор; 7 - крепеж рамы; 8 - рулевое колесо; 9 - педаль; 10 - регулировка сиденья; 11 - хомут; 12 - прорезь; 13 - пол поста; 14 - гидроамортизатор; 15 - шаровые опоры; 16 - эластичный привод органов управления

**Рис. 1. Подвесной пост управления**

Эффективность системы защиты от динамических воздействий должна удовлетворять условиям:

- требуемое снижение уровня динамического воздействия;
- предельный допустимый уровень динамического воздействия (норма) на рабочем месте;
- фактический уровень динамических воздействий на рабочем месте;
- величина перепада уровня динамического воздействия от источника к корпусу МТА;
- величина перепада уровня динамического воздействия от корпуса к кабине;
- величина перепада уровня динамического воздействия от кабины к посадочному месту (подушка сиденья и спинка),
- степень фиксации тела оператора с сиденьем (жесткость подушки, ремней и др.).

Многокомпонентная защита от динамических воздействий может быть осуществлена за счет использования подвески, включающей сиденье оператора и вместе с ним органы управления в одном блоке. Сиденье оператора вместе с рычагами управления подвешено под толчком кабины на упругой подвеске с демпфированием.

При воздействиях сигнал передается через кабину к пневматическому демпферу, на котором монтируется рама поста управления. Эластичная спинка и подушка сиденья способствуют демпфированию контакта оператора с машиной. Органы управления, располагаясь на подвесном посту управления, перемещаются вместе с оператором и создают помех в их взаимодействии. При использовании ремней безопасности ОДА фиксируется по отношению к сиденью и органам управления. Жесткие связи в подвесном посту управления оператора полностью исключены.



Расчеты показывают эффективность предложенной конструкции поста управления мобильного сельскохозяйственного агрегата в снижении вибрации на низких частотах [3-5].

**Выводы.** Из практики работы операторов сельскохозяйственных МТА установлена проблема действия различного рода вибраций, толчков, ускорений, центробежных сил, колебаний масс и других. Необходимость снижения динамических воздействий связана с защитой организма оператора и улучшением эргономичности взаимодействия с органами управления. Предложена конструкция подвешенного поста управления направленная на решение проблемы обеспечить снижение низкочастотных колебаний на рабочем месте оператора. Данное устройство может осуществлять эффективную защиту ОДА оператора от низкочастотной вибрации, преимущественно в горизонтальном направлении.

#### Библиография

1. Копылов Г.Н., Юрков М.М., Шкрабак В.С., Полишко Г.Ю. Нетрадиционные средства защиты оператора сельскохозяйственного агрегата от динамических воздействий // Проблемы безопасности в АПК в условиях многоукладной экономики. СПб., СПГАУ, 1995. с. 146-155.
2. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом. Учебник. М.: Университетская книга, Логос, 2008. 424 с.
3. Подвеска сиденья транспортного средства: пат. 2033932 Рос. Федерация. № 5059231/11 / Шкрабак В.С., Юрков М.М., Шкрабак В.В., Супрун А.С., Шкрабак Р.В.; заявл. 19.08.1992; опубл. 30.04.95, Бюл. №12. 8 с.
4. Юрков М.М., Юрков А.М. Пути снижения вибродинамических воздействий на оператора мобильного агрегата // Сб. науч.-практ конф. ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. Ярославль: ЯрГСХА, 2018. С. 72.
5. Юдин Е.Я., Борисов Л.А. и др. Борьба с шумом на производстве. Справочник. / Под. общ. ред. Е.Я. Юдина М.: Машиностроение, 1985. 400 с.

#### References

1. Kopylov G.N., Yurkov, M.M., Shkrabak, V.S., Polishko G.Y. Netradicionnye sredstva zashchity operatora sel'skokozyajstvennogo agregata ot dinamicheskikh vozdeystvij [Non-traditional means to protect the operator of the agricultural machine from dynamic effects] // Security problems in the agricultural sector in a mixed economy, SPb, SPGEU, 1995. Pp. 146-155.
2. Ivanov N.I. Inzhenernaya akustika. Teoriya i praktika bor'by s shumom [Engineering acoustics. Theory and practice of noise control]. Textbook. M.: University book, Logos, 2008. 424 p.
3. Podveska siden'ya transportnogo sredstva [Vehicle seat suspension] RU 2033932. № 5059231/11 / Shkrabak V.S., Yurkov M.M., Shkrabak V.V., Suprun A.S., Shkrabak R.V. declared on 19.08.1992; published on 30.04.95, Bull. №. 12. 8 p.
4. Yurkov M.M., Yurkov A.M. Puti snizheniya vibrodinamicheskikh vozdeystvij na operatora mobil'nogo agregata [Ways to reduce vibrodynamic influence on the mobile] Collection of scientific and practical conference of the Yaroslavl state agricultural Academy. Yaroslavl: YarSAA, 2018. Pp. 72.
5. Yudin E.Ya., Borisov L.A. and others. Bor'ba s shumom na proizvodstve [Deal with noise in the workplace]. Handbook. / Edited by E. Ya. Yudin. M.: Mechanical engineering, 1985. 400 p.

#### Сведения об авторах

Юрков Михаил Михайлович профессор кафедры механизации сельскохозяйственных процессов ФГОУ ВО Ярославская ГСХА, Тутаевское шоссе, 58, Ярославль, Россия, 150042 тел. 89159949987, e-mail: yurcov@bk.ru.

#### Information about authors

Yurkov Mikhail Mikhailovich Professor, Department of agricultural processes mechanization of FSEI of HE Yaroslavl State Agricultural Academy, Tutaevsky highway, 58, Yaroslavl, Russia, 150042 tel. 89159949987, e-mail: yurcov@bk.ru.

## ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА

УДК 338.43

*И.Г. Ушацев*

### ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АПК РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Аннотация.** Сельское хозяйство для любого государства является одной из наиболее важных отраслей экономики. В России в последние годы оно демонстрировало значительный рост. Кроме того, показатели импортозамещения улучшились, но вместе с тем в сельскохозяйственной отрасли наблюдаются некоторые проблемы, решение которых требует внесения определённых изменений в Доктрину продовольственной безопасности Российской Федерации. В данной статье рассмотрены основные стратегические направления, по которым необходимо решение, что в дальнейшем будет способствовать развитию как отечественного агропромышленного производства, так и социальной сферы села. Так, в сфере научно-технологического прогресса стоит задача перейти к опережающим темпам разработки и освоения научно-технических решений в агропромышленном производстве на основе широкого применения цифровых технологий. Также, предстоит широкое развитие кооперативных форм, формирование вертикально-интегрированных кооперативных объединений вплоть до создания национальных кооперативных структур, формирование интегрированных территориальных аграрных кластеров, в том числе межгосударственных в рамках ЕЭАС. Необходимо продолжить работу по совершенствованию государственного управления агропромышленным комплексом на всех иерархических уровнях. Изложенные основные направления при участии ученых, специалистов, представителей законодательных и исполнительных органов власти должны перерасти в Стратегию устойчивого социально-экономического развития АПК, реализация которой позволит сформировать новую экономическую модель функционирования аграрного сектора. Преобразованием такой модели во многом может служить пример Белгородской области начиная от производства и переработки продукции, развития инновационных проектов и заканчивая успешным решением проблем социального развития сельских территорий и экологических проблем.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, аграрная политика, импортозамещение, экспорт, импорт, стратегия.

### TRENDS AND PROSPECTS FOR AGROINDUSTRIAL COMPLEX DEVELOPMENT IN THE RUSSIAN FEDERATION

**Abstract.** Agriculture for any state is one of the most important sectors of the economy. In Russia, in recent years, it has shown significant growth. In addition, the indicators of import substitution have improved, but at the same time there are some problems in the agricultural sector, the solution of which requires certain changes in the Doctrine of food security of the Russian Federation. In this article the main strategic directions on which the decision that will further promote development as domestic agroindustrial production, and the social sphere of the village is necessary are considered. Thus, in the field of scientific and technological progress, the task is to move to the advanced pace of development and development of scientific and technical solutions in agricultural production based on the widespread use of digital technologies. Also, there will be a wide development of cooperative forms, the formation of vertically integrated cooperative associations up to the creation of national cooperative structures, the formation of integrated territorial agricultural clusters, including interstate ones within the EEA. It is necessary to continue work on improving the state management of the agro-industrial complex at all hierarchical levels. The outlined main directions with the participation of scientists, specialists, representatives of legislative and Executive authorities should develop into a Strategy of sustainable socio-economic development of agriculture, the implementation of which will form a new economic model of the agricultural sector. The prototype of such a model can largely serve as an example of the Belgorod region from the production and processing of products, the development of innovative projects and ending with the successful solution of problems of social development of rural areas and environmental problems.

**Keywords:** agricultural sector, agricultural policy, import substitution, export, import, strategy.

Благодаря реализуемой в России аграрной политике за последние годы удалось достичь значительных результатов. Сельское хозяйство стало отраслью российской экономики, демонстрирующей рост и значимые результаты импортозамещения. На фоне того, что за 2013-2018 гг. ВВП и промышленное производство выросло на 3,6%, производство продукции сельского хозяйства возросло на 19,8% [1,6].

Особо хотелось бы отметить успехи сельских тружеников Белгородской области, где установлен рекорд по объёму производства валовой продукции - 245 млрд рублей, это 2 место в России после Краснодарского края. Собран хороший урожай - почти 3,5 млн тонн зерновых

и зернобобовых при средней урожайности 48,2 ц/га. Не рекордный урожай, но очень достойный. Установлен, однако, очередной рекорд в выращивании сои - более 570 тыс. тонн с рекордной для страны урожайностью 24,8 ц/га.

Область остаётся крупнейшим производителем мяса, на 30 тыс. тонн больше прошлогоднего показателя получено молока. Возросло производство яиц, активно развивается тепличное производство. Как итог: 1 место в стране по объёмам производства сельхозпродукции на 1 гектар пашни - 160 тыс. рублей и на одного жителя области - 148,5 тыс. рублей. Хочу поздравить тружеников АПК с достигнутыми результатами [1,6].

С начала развития политики импортозамещения с 2014 г. во внешней торговле сельскохозяйственной продукцией и продовольствием Российской Федерации произошли существенные изменения. В 2018 г. по сравнению с 2014 г. объёмы экспортных поставок увеличились на 31%, а импортных, наоборот, больше, чем на четверть сократились. В 2018 г. экспорт достиг почти 25 млрд. долл. США (прирост по сравнению с 2017 г. составил 20,2%), импорт составил 29,6 млрд долл. США (прирост по сравнению с 2017 г. составил всего 2,4%). В результате сальдо внешней торговли осталось отрицательным, но его размер за пять лет сократился почти в 4,5 раза, данные представлены на рисунке 1 [1,6,7].

В этих условиях удалось обеспечить достижения пороговых значений Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации по всем основным видам продукции за исключением молока и молокопродуктов (в пересчете на молоко).

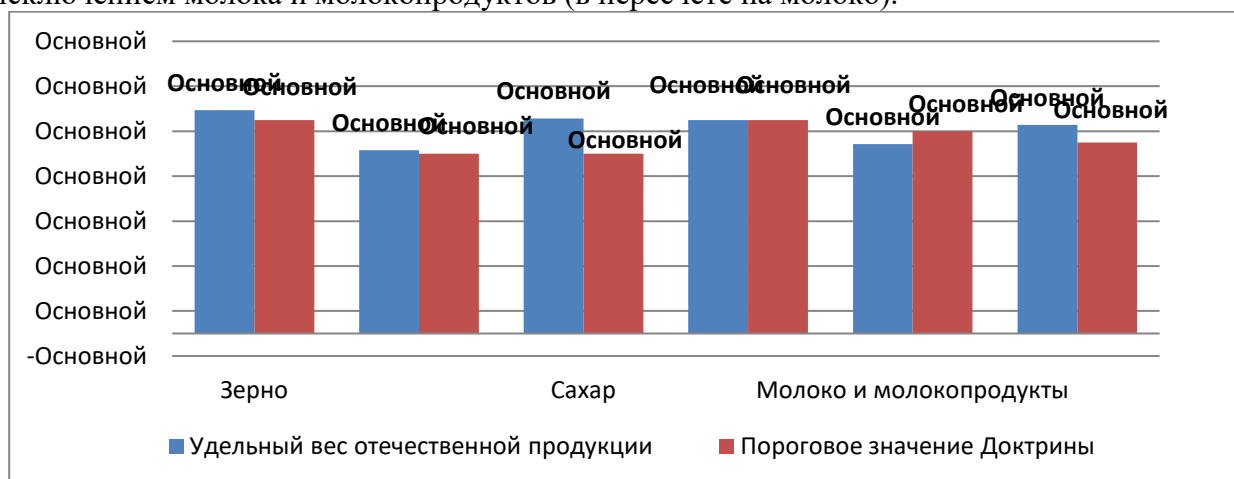


Рис. 1. Положительные тенденции развития АПК

Вместе с тем это лишь одна сторона продовольственной безопасности – производственная. Однако говоря о доктрине мы не всегда учитываем потребителя, и его социально-экономическое положение.

Спрос на продовольствие остается под давлением динамики реальных располагаемых доходов населения, которые, не смотря на незначительный рост в 2018 г., остаются ниже уровня 2013 г. на 10,3%. В результате, например, потребление на душу населения молока и молокопродуктов продолжает сокращаться и в 2018 г. остается почти на 20 кг меньше, чем было в 2013 г. Эта проблема усугубляется еще и значительным расслоением населения по уровню доходов. Доля граждан, потребляющих продукцию меньше рациональных норм, по рыбе составляет – 50%, по молоку - 80%, по фруктам и ягодам – 90%. Особенно остро эта проблема стоит в социально незащищенных группах граждан. Вот почему обеспечение продовольственной безопасности в значительной мере будет зависеть от эффективности и степени исполнения майского Указа Президента, особенно в части повышения уровня жизни и доходов населения. В то же время, считаем, что основные принципиальные положения доктрины оправдали себя и могут оставаться базой на будущее [2,3,4,6].

Вместе с тем ситуация за эти годы естественно претерпела определенные изменения и необходимость внесения в нее корректив давно назрела.

В настоящее время подготовлен проект новой редакции доктрины. В этой связи обсуждая новую редакцию доктрины особое внимание необходимо обратить на показатели продовольственной безопасности. И вот почему. В настоящее время в рамках доктрины контроль

осуществляется главным образом в отношении продовольственной независимости, по которой обозначены всем известные пороговые значения самообеспечения (зерну – 95%, молоку и молочородуктам – 90%, мясу и мясопродуктам – 85%). Считаем крайне важным новый проект доктрины дополнить показателями и критериями экономической и физической доступности продовольствия [2,5,6].

Полагаем, что в проекте доктрины предложен неправильный способ определения экономической доступности продовольствия как отношение среднедушевых расходов населения на продовольствие к стоимости фиксированного набора продуктов питания в потребительской корзине. Сейчас фиксированный набор товаров и услуг в этой корзине отражает структуру потребления, прежде всего, малообеспеченных граждан.

Например, исходя из набора товаров в потребительской корзине потребление мяса составляет 58 кг, а исходя из рациональных норм должно составлять 73 кг на душу населения и фруктов соответственно 60 против 100 кг, такая же картина наблюдается по потреблению молока и большинства других видов продукции.

Таким образом, предложенная редакция доктрины маскирует низкие объемы потребления пищевых продуктов значительной частью нашего населения, прежде всего по причине их низких доходов [5].

В связи с этим для оценки экономической доступности продовольствия предлагается определять соотношение фактического потребления основных продуктов питания на душу населения к рациональным нормам потребления.

Как известно, одной из важных проблем обеспечения продовольственной безопасности остается импортозамещение материально-технических ресурсов для АПК. Вот почему важно в новой доктрине отразить и это направление.

Также считаем необходимым дополнить проект доктрины отдельным пунктом о научном обеспечении продовольственной безопасности и развития агропромышленного комплекса, путем проведения научными и образовательными учреждениями фундаментальных и поисково-прикладных исследований.

В то же время, следует признать, что остается нерешенным, целый ряд системных проблем развития АПК.

Одной из основных системных проблем развития отрасли является инвестиционная недостаточность, данные представлены на рисунке 2.

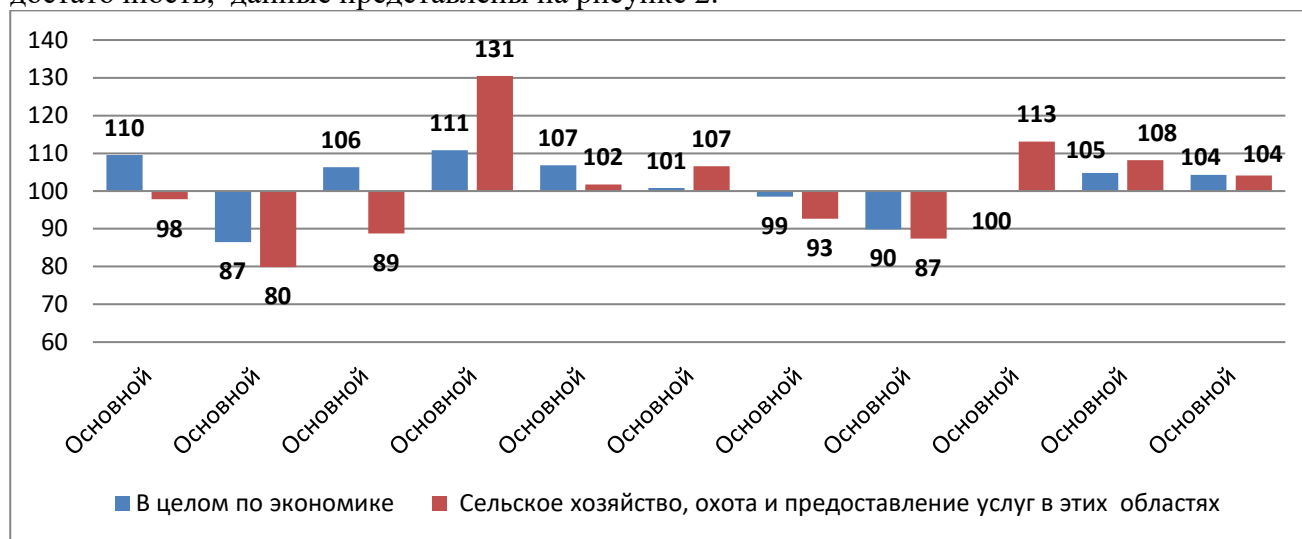


Рис. 2. Динамика инвестиций в основной капитал, в сопоставимых ценах, %.

Индекс инвестиций в основной капитал в 2018 г. к 2007 г. составил: в целом по экономике – 116%, сельское хозяйство, охота и предоставление услуг в этих областях – 101,3%.

За последние пять лет среднегодовой темп прироста инвестиций в отрасли составил лишь 0,6%. Несмотря на резкий скачок инвестиций в 2016-2018 годах (на 27,4%), он лишь компенсировал их серьезный спад в 2014-2015 годах (на 19%), случившийся, в первую оче-

редь, из-за финансово-экономического кризиса. Причиной недостаточного притока инвестиций в отрасль является также низкая доходность большинства сельскохозяйственных товаропроизводителей, существенная их закредитованность и весьма ограниченный доступ к льготным кредитным ресурсам.

Особое значение имеет улучшение кредитования малых форм хозяйствования. Однако уровень их доступа к кредитным ресурсам значительно ниже, чем у крупных предприятий. Так, по итогам 2018 г. только 10% краткосрочных кредитов в АПК, фактически выданных банками, приходилось на кредитование МФХ. По инвестиционному кредитованию доля МФХ еще ниже – около 4%.

Сохраняется чрезмерно высокая зависимость отечественного АПК от зарубежных техники и технологий. Так, доля импортной техники в общем количестве сельскохозяйственной техники в 2017 году составила по тракторам 69%, зерноуборочным комбайнам – 23% и кормоуборочным комбайнам – 22%, машинам и оборудованию для животноводства – около 90%. Лишь 2% оборудования для пищевой промышленности производится в России, и из них только пятая часть соответствует мировому уровню. Высокая импортозависимость остается и по таким видам ресурсов как семена, кормовые добавки, средства защиты растений, ветеринарные препараты и другие.

Учеными нашего Федерального научного центра аграрной экономики и социального развития сельских территорий с участием широкого круга ученых экономистов и практических работников АПК были разработаны основные направления такой Стратегии с учетом майского Указа Президента, которые были обсуждены на Президиуме РАН и Парламентских слушаниях в Совете Федерации [4].

Стратегические направления содержат оценку основных тенденций развития нашей отрасли, цели и задачи развития на перспективу, предложения по основным стратегическим направлениям, показатели и прогноз развития с учетом рисков ее реализации.

При подготовке предложений к стратегии учитывались такие факторы как:

- 1) опережающее развитие городских агломераций по сравнению со слабо инфраструктурно-обустроенным сельским пространством;
- 2) рост неравномерности и дифференциации в развитии регионов и сельских территорий России;
- 3) нестабильность и относительно низкий уровень спроса на продовольствие. Сохраняется неоправданно высокая дифференциация населения страны по уровню доходов, которая в настоящее время достигает 17 раз.

В стратегии также следует учитывать глобальные тренды, к которым следует отнести:

- 1) опережающие темпы развития государств Восточной, Юго-Восточной и Южной Азии;
- 2) ожидаемое увеличение населения планеты более чем на 1,5 млрд. при численности голодающих в мире около 1 млрд.;
- 3) происходящие климатические изменения.

Исходя из сложившихся тенденций в развитии отечественного агропромышленного производства и мировых трендов в качестве основных целей на долгосрочную перспективу должны стать:

- во-первых, обеспечение продовольственной независимости государства с учетом рациональных норм здорового питания во всех группах населения;
- во-вторых, повышение роли страны на мировом рынке продовольствия;
- в-третьих, преодоление разрыва между уровнем жизни городского и сельского населения и создание условий для комфортной жизни на селе.

Достижение обозначенных целей, на наш взгляд, потребует решения задач по следующим основным стратегическим направлениям.

**Первое направление. Научно-техническая и технологическая политика, подготовка кадров.** В сфере научно-технологического прогресса стоит задача перейти к опережа-

ющим темпам разработки и освоения научно-технических решений в агропромышленном производстве на основе широкого применения цифровых технологий. Эти проблемы могут быть решены, если удастся обеспечить достаточными ресурсами Федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы.

Прекрасным примером развития этого направления является реализация в Белгородской области программы «Биологизация земледелия», которая работает на восстановление плодородия, повышает и стабилизирует урожаи и увеличивает доходность. В этом залог производственного успеха и конкурентоспособности сельского хозяйства. В России должна функционировать система, позволяющая ученым за счет получаемой интеллектуальной ренты вкладывать свои ресурсы в научные исследования обеспечивая таким образом воспроизводство научных результатов.

Существует прямая связь между освоением достижений научно-технического прогресса и системой подготовки специалистов и научных кадров АПК.

Здесь целесообразно разработать и реализовать систему мер по освоению новых форм сопряжения аграрной науки и образования, включая создание в высших учебных заведениях научных лабораторий и отделов, а в научно-исследовательских учреждениях соответствующих базовых кафедр.

Серьезное беспокойство вызывает продолжающийся процесс ликвидации в аграрных ВУЗах не только отдельных экономических направлений подготовки, но и экономических факультетов. По сути, ликвидируется отраслевая аграрная экономика. Для этого целесообразно разработать программу кадрового обеспечения АПК с ежегодным прогнозом потребности в кадрах с высшим и средним специальным образованием.

В этой связи хочется отметить огромную заслугу губернатора Белгородской области в создании первого в России научно-образовательного центра мирового уровня в сфере АПК. Наш Федеральный научный центр готов принять участие в работе этого формирования.

**Второе направление. Развитие социальной сферы села.** Несмотря на то, что в этой сфере реализуются соответствующая стратегия и ведомственная целевая программа, объемы их ресурсного обеспечения не позволяют устранить разрыв между заявленными целями и достигнутым фактическим результатом. Необходимо принципиально изменить отношение к миссии сельских территорий в экономике страны.

По поручению Президента Российской Федерации В.В. Путина разработана новая Госпрограмма комплексного развития сельских территорий на период до 2025 года (далее – ГПКРСТ), объем финансирования которой многократно увеличен по сравнению с предыдущим периодом применения программно-целевого метода регулирования развития сельских территорий. Общий объем ресурсного обеспечения новой Программы в среднегодовом измерении увеличен с 32 млрд. руб. до 378 млрд руб. (то есть почти в 12 раз), а в целом за весь срок ее действия составляет 2267,7 млрд руб. При этом вклад федерального бюджета в реализацию программных мероприятий возрос в 21 раз – до 176,7 млрд руб. в среднем за год, а его удельный вес достиг 46,8%. Такой скачкообразный рост государственной поддержки развития сельских территорий можно назвать широкомасштабной социальной инновацией Российской Федерации в XXI веке.

Важной особенностью новой Программы, которую можно назвать социальной инновацией, является перенесение акцентов развития сельских территорий на уровень местного самоуправления. Местные проекты стали основополагающим механизмом реализации ГПКРСТ, на них приходится 76% общего объема ее финансового обеспечения.

На наш взгляд такой подход может привести к тому, что развитие социальной и инженерной инфраструктуры будет зависеть от наличия местных инициатив и возможности местных властей софинансировать строительство таких объектов. Что может усилить дифференциацию регионов по уровню социально-экономического развития.

По нашему мнению невозможно обеспечить развитие сельских территорий в целом без разработки и реализации социальных стандартов на селе вне зависимости от реализации местных инициатив.

**Третье направление. Земельные отношения.** Определяющим фактором здесь является эффективное использование земельных ресурсов.

К основным задачам и стратегическим направлениям совершенствования аграрных земельных отношений на государственном уровне необходимо отнести следующие.

Во-первых, предстоит обеспечить защищённость прав собственности и землепользования. На начальных этапах вполне достаточно обеспечить планомерную регистрацию прав на земельные участки, а не по запросу.

Во-вторых, субъектам Российской Федерации предстоит обеспечить административную защиту особо ценных сельскохозяйственных угодий от использования для других целей, которая охватывает сегодня всего лишь 3,7 млн га сельскохозяйственных угодий, что составляет 3% от всей площади пашни земель сельскохозяйственного назначения.

В-третьих, предстоит расширить применение проектного сельскохозяйственного землепользования на основании законодательно установленного обязательного землеустройства и разработанной землеустроительной документации.

В-четвертых, целесообразно восстановить в земельном законодательстве экономический способ защиты продуктивных сельскохозяйственных земель от необоснованной застройки, которая приносит ее инициатору необоснованную экономическую выгоду в ущерб всему обществу.

В-пятых, важное место в системе земельных отношений занимает проблема управления огромными земельными ресурсами страны, поэтому новый этап в их развитии должен быть направлен на регулирующую функцию государства. Задача этой функции заключается в создании более совершенной системы землепользования, основу которой будут составлять аренда, купля-продажа и залог земельных участков. Для этого следовало бы образовать в системе Министерства сельского хозяйства России специальное агентство по управлению земельными ресурсами сельскохозяйственного назначения. Одновременно предстоит совершенствовать систему государственного контроля за использованием земельных угодий.

**Четвертое направление. Размещение и специализация агропромышленного производства.** Для более полного учета места и роли каждого региона в территориально-отраслевом разделении труда в агропромышленном производстве следует разработать с учетом общей стратегии пространственного развития страны общероссийскую Генеральную схему размещения и специализации агропромышленного производства.

Особое внимание следует уделить развитию инфраструктуры, как для внутреннего агропродовольственного рынка, так и для выхода на мировые.

Потребуется меры, направленные на развитие общего аграрного рынка в рамках Евразийского экономического союза и других региональных формированиях.

**Пятое направление.** Необходимо учитывать, что в долгосрочной перспективе всё большее значение будут приобретать климатические вызовы, имеющие глобальный характер. Поэтому мы предлагаем разработать на базе принятой Климатической доктрины Российской Федерации ведомственную целевую программу по преодолению климатических вызовов в АПК.

**Шестое направление. Институциональные преобразования.** Предстоит широкое развитие *кооперативных форм*, формирование вертикально-интегрированных кооперативных объединений вплоть до создания национальных кооперативных структур, формирование интегрированных территориальных аграрных кластеров, в том числе межгосударственных в рамках ЕЭАС. Необходимо продолжить работу по совершенствованию *государственного управления* агропромышленным комплексом на всех иерархических уровнях. В этих целях следует разработать Генеральную схему управления АПК, в том числе на основе внедрения на всех уровнях механизмов цифровой экономики.

Показателен пример Белгородской области, которая пошла по пути развития всех форм хозяйствования на селе. В области действуют программы поддержки как для индивидуальных сельских предпринимателей, семейных ферм так и крупных агрохолдингов, берущих на себя роль интеграторов в создании сельских кооперативов для малого и среднего бизнеса. Кроме

того в Белгородской области работает программа 500/10 000. Которая направлена на создание альтернативной экономики сельских территориях – небольших промышленных предприятий.

**Седьмое направление. Экономические отношения в АПК.** Механизмы оказания государственной поддержки АПК должны быть прозрачными, предсказуемыми и не меняться ежегодно.

Вместе с тем за 2018 год в Госпрограмму изменения вносились несколько раз, а в феврале 2019 была принята очередная ее редакция до 2025 года.

Таким образом, в качестве положительного момента, необходимо отметить, что одной из главных целей Госпрограммы остается обеспечение продовольственной безопасности страны с учетом экономической и территориальной доступности продукции, при этом четко обозначена целевая задача об увеличении экспорта более чем в два раза.

Вместе с тем заявленные целевые показатели вызывают определенную настороженность. Например: в программе заложен среднегодовой прирост производства продукции до 2025 г. – примерно 2% или в два раза ниже, чем были среднегодовые темпы роста в предыдущие пять лет с 2013 г. по 2017 г.;

- запланированный индекс физического объема инвестиций в основной капитал сельского хозяйства предусмотрен в размере всего 21,8% за 8 лет, т.е. в среднем в год около 2,5%, в то время как согласно базовому прогнозу Министерства экономического развития Российской Федерации, в этот период в целом по экономике прирост инвестиций в основной капитал составит в среднем 6,1% в год;

- в программе заложено увеличение объема располагаемых ресурсов домашних хозяйств в сельской местности примерно на 16% (по сравнению с 2017г.). С учетом инфляции, произойдет снижение доходов сельского населения практически на четверть, что повлияет на трудовую активность и спрос, а, следовательно, и жизненный уровень населения.

Обсуждая меры государственной поддержки, мы должны рассматривать не только механизмы предоставления субсидий, но и снижение ценовых колебаний на агропродовольственном рынке, выравнивание *ценовых отношений* между различными сферами АПК, а также потребительскими ценами.

Решение данных задач потребует реализацию следующих мер:

- переход от периодических государственных интервенций, не гарантирующих производителю конкретной цены, к постоянно действующему механизму закупок по заранее объявленным минимальным ценам;

- также целесообразно ограничение роста цен и тарифов на материальные ресурсы, используемые в отрасли, хотя бы на тех рынках, где доминируют государственные компании;

- в долгосрочной перспективе решением проблемы справедливого ценообразования по всей продуктовой цепочке может стать развитие кооперации и введение механизмов, способствующих сокращению предельного уровня наценок на реализуемую продукцию.

Говоря об экономическом регулировании необходимо более эффективно использовать стимулирующую роль *налоговой системы в АПК*.

**Восьмое направление. Международное сотрудничество в аграрной сфере.** Развитие экономики сельского хозяйства России, следует увязывать с ее участием в Евразийском экономическом союзе и СНГ, в основных международных интеграционных формированиях, а также Шанхайской организации сотрудничества, БРИКС, АТЭС.

Исходя *из сложившихся тенденций*, а также изложенных предложений предполагается, что социально-экономическое развитие агропромышленного комплекса на период до 2030 года может складываться **по двум вариантам: целевому и инерционному** (таблицы 1, 2).

Целевой вариант предполагает:

- в сфере производства – выход на среднегодовые темпы прироста продукции сельского хозяйства более 3% в год (в итоге в 2030 г. к 2016 г. рост составит 1,4 раза), что обеспечит опережающее развитие по сравнению с мировым трендом;



- достижение повышения уровня заработной платы в сельском хозяйстве до среднего значения по экономике страны.

**Таблица 1 - Прогноз производства отдельных видов продукции сельского хозяйства в 2030 г., млн тонн.**

Показатели	Инерционный вариант	Целевой вариант
Зерновые и зернобобовые	116,0	150,0
Сахарная свекла (фабричная)	38,0	52,0
Подсолнечник	9,2	13,7
Картофель	31,0	36,0
Овощи	20,0	22,0
Скот и птица в живом весе - всего	15,4	20,2
в том числе: крупный рогатый скот	2,9	4,2
свиньи	5,7	8,3
овцы и козы	0,5	0,7
птица	6,3	7,0
Молоко	42,6	48,0
Яйца, млрд. шт	44,0	50,0

Реализация такого варианта развития потребует ежегодный прирост инвестиций в основной капитал сельского хозяйства в период 2021-2030 годов - 10-11%.

**Таблица 2 – Целевые показатели развития к 2030 году**

Показатели	Инерционный вариант	Целевой вариант
Индекс производства продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий (в сопоставимых ценах), в % к 2016 г.	112	136
Индекс производства продукции растениеводства в хозяйствах всех категорий (в сопоставимых ценах), в % к 2016 г.	105	122
Индекс производства продукции животноводства в хозяйствах всех категорий (в сопоставимых ценах), в % к 2016 г.	123	154
Индекс производства пищевых продуктов, включая напитки (в сопоставимых ценах), в % к 2016 г.*	150	165
Индекс физического объема инвестиций в основной капитал сельского хозяйства, в % к 2016г.	115	270
Уровень занятости сельского населения, %	65,5	68-69
Отношение заработной платы в сельском хозяйстве к среднему значению по экономике, %	80,0	95-100
Соотношение среднедушевых располагаемых ресурсов сельских и городских домохозяйств, %	90,0	102-105
Общая площадь жилых помещений на одного сельского жителя, м <sup>2</sup>	33	35-36
Удельный вес общей площади жилых помещений в сельских населенных пунктах, оборудованной всеми видами благоустройства, %	45	60-65
Удельный вес сельских населенных пунктов, имеющих связь по дорогам с твердым покрытием с сетью автомобильных дорог, %	80,0	95-100

Развитие по инерционному варианту, при котором прирост продукции сельского хозяйства в 2030г. к 2016г. составит 1,2 раза, позволит решить вопрос продовольственной независимости по большинству пищевых продуктов, но не создаст условия для социально-экономического развития сельских территорий, формирования конкурентоспособного предложения на мировых рынках.

В заключение, стоит отметить, что изложенные основные направления при участии ученых, специалистов, представителей законодательных и исполнительных органов власти должны перерасти в Стратегию устойчивого социально-экономического развития АПК, реализация которой позволит сформировать новую экономическую модель функционирования аграрного сектора. Прообразом такой модели во многом может служить пример Белгородской области начиная от производства и переработки продукции, развития инновационных проектов и заканчивая успешным решением проблем социального развития сельских территорий и экологических проблем. Следует особо подчеркнуть, что Белгородская область стала первопроходцем в организации в стране научного образовательного центра мирового уровня в сфере АПК. И такой комплексный подход позволил добиться того, что Белгородская область располагая 1% населения страны и такой же долей пашни, производит около 5% общероссийского объема сельскохозяйственной продукции.

#### Библиография

1. База статистических данных ООН по торговле товарами. -URL: Режим доступа -<https://comtrade.un.org> (дата обращения: 25.04.2019).
2. Об актуальных экономических проблемах развития АПК и механизмах их решения/И.Г. Ушачев, В.С. Чекалин, В.В. Маслова//АПК: экономика, управление. -2016. -№7. -С. 2-10.
3. Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию от 01.03.2018 «Послание Президента Федеральному Собранию» : Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_291976/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_291976/)
4. Указ Президента Российской Федерации №204 от 7 мая 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» /правовой портал «Гарант». -Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200/>
5. Указ Президента РФ «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» от 1 февраля 2010 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/12172719/>
6. Федеральная служба государственной статистики. -URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 22.04.2019).
7. Экономические проблемы импортозамещения в условиях научно-технологического развития АПК России/И.Г. Ушачев, В.В. Маслова, В.С. Чекалин//АПК: экономика, управление. -2017. -№ 11. -С. 4-11

#### References

1. Baza statisticheskikh dannykh OON po trgovle tovarami. -URL: Rezhim dostupa -<https://comtrade.un.org> (data obrashcheniya: 25.04.2019).
2. Ob aktual'nykh ekonomicheskikh problemakh razvitiya APK i mekhanizmax ikh resheniya/I.G. Ushachev, V.S. Chekalin, V.V. Maslova//APK: ekonomika, upravleniye. -2016. -№7. -S. 2-10.
3. Poslaniye Prezidenta Rossiyskoy Federatsii Federal'nomu Sobraniyu ot 01.03.2018 «Poslaniye Prezidenta Federal'nomu Sobraniyu» : Rezhim dostupa: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_291976/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_291976/)
4. Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii №204 ot 7 maya 2018 g. «O natsional'nykh tselyakh i strategicheskikh zadachakh razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2024 goda» /pravovoy portal «Garant». -Rezhim dostupa: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200/>
5. Ukaz Prezidenta RF «Ob utverzhenii Doktriny prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii» ot 1 fevralya 2010 g. [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <https://base.garant.ru/12172719/>
6. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki. -URL: <http://www.gks.ru> (data obrashcheniya: 22.04.2019).
7. Ekonomicheskiye problemy importozameshcheniya v usloviyakh nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya APK Rossii/I.G. Ushachev, V.V. Maslova, V.S. Chekalin//APK: ekonomika, upravleniye. -2017. -№ 11. -S. 4-11

#### Сведения об авторах

Ушачёв И.Г., д.э.н., академик РАН, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, научный руководитель Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства» (ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ).

#### Information about authors

Ushachev I.G., Doctor of Economic sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honoured Science Worker of the Russian Federation, Scientific Supervisor of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Research Center of Agrarian Economy and Social Development of Rural Areas – All-Russian Institute of Agricultural Economics» (FSBSI FRC AESDRA VNIIESH)

УДК 657.1.012:336.2:631.115

*О.И. Золотарёва*

## **К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ БУХГАЛТЕРСКОГО И НАЛОГОВОГО УЧЁТА В СУБЪЕКТАХ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА**

**Аннотация.** Вследствие процесса развития рыночной экономики, роста расходов бюджетов возникает потребность новых подходов к пониманию отношений между государством и предпринимательским сектором экономики. Предприниматели несут ответственность за выполнение обязанностей, связанных с уплатой налогов в бюджет государства. Реализация на уровне бухгалтерского учета функций расчетного и налогового характера не соответствует содержанию стоящих перед ним целей и задач. Таким образом, существуют противоречия между содержанием бухгалтерского и налогового учета. На малых и средних предприятиях в организации учета - бухгалтерского, налогового, - учетные схемы, характеризующиеся простотой и четкостью, занимают особое место с точки зрения обеспечения устойчивой деятельности и развития указанных предприятий. Организация подобных схем обуславливает потребность в создании единой системы учета и его информационной поддержки. Элементами данной системы должны являться информация, формируемая в оперативно-техническом учете, а также бухгалтерский, налоговый учет. Малые предприятия, ориентированные на сокращение управленческих издержек, нуждаются в использовании упрощенной системы таких видов учета, как налоговый, финансовый, и статистический. Целью исследования является совершенствование организации бухгалтерского и налогового учёта на предприятиях, являющихся малыми и средними. В процессе исследования был проведён анализ и дана оценка ведения бухгалтерского, а также налогового учёта на примере ООО «Полесье» Борисовского района, которое по критериям отнесения предприятий относится к категории микропредприятий. Важное практическое значение определяется возможностью использования руководством предприятий, являющихся малыми и средними, в частности ООО «Полесье», результатов проведенных исследований и предложений с целью совершенствования организации бухгалтерского и налогового учёта. Результаты исследований могут быть использованы для снижения трудоемкости ведения бухгалтерского и налогового учёта с целью улучшения эффективности деятельности предприятия.

**Ключевые слова:** бухгалтерский учет, налоговый учет, субъекты малого и среднего предпринимательства, единый сельскохозяйственный налог, организация учёта, регистры учёта, бухгалтерская и налоговая отчетность.

### **TO THE QUESTION OF RESEARCH AND IMPROVEMENT OF THE ORGANIZATION ACCOUNTING AND TAX ACCOUNTING IN SUBJECTS OF SMALL AND MEDIUM ENTREPRENEURSHIP**

**Abstract.** The development of modern market relations in Russia, increasing budget expenditures necessitate the formation of a new look at the relationship between the state and business. In such circumstances, entrepreneurs have a great responsibility in fulfilling the obligation to pay taxes to the budget. The assignment to accounting of settlement and tax functions does not correspond to its goals and objectives and it was a contradiction between tax and accounting. A special place for the development and sustainable functioning of small businesses in the organization of accounting and tax accounting in small and medium-sized businesses today occupy a clear and easy to use and understand accounting schemes. To do this, it is necessary to form a unified accounting and information system, including accounting, tax accounting, as well as operational and technical accounting data, reflecting objective information. Small business is also characterized by minimization of management costs, the ability to maintain a simplified system of tax, financial and statistical accounting. The aim of the study is to improve the organization of accounting and tax accounting in small and medium-sized businesses. In the course of the study, the analysis and assessment of accounting and tax accounting on the example of LLC "Polesie" of the Borisov district, which according to the criteria for the classification of enterprises belongs to the category of microenterprises, was carried out. Important practical importance is determined by the possibility of using the management of small and medium-sized businesses, in particular LLC "Polesie", the results of the research and proposals to improve the organization of accounting and tax accounting. The results of the research can be used to reduce the complexity of accounting and tax accounting in order to improve the efficiency of the enterprise.

**Keywords:** accounting, tax accounting, subjects of small and medium-sized enterprises, unified agricultural tax, organization of accounting, accounting registers, accounting and tax reporting.

Одной из важных составляющих развития экономики страны как в ближайшее время, так и в перспективе может стать малое предпринимательство, которое рассматривается во многих передовых странах как один из локомотивов роста ВВП, способствующий разработке и внедрению прорывных технологий, цифровизации хозяйствования, сокращению безработицы, росту производительности и креативности труда [6].

Среди особенностей хозяйствования малых предприятий важно отметить высокую адаптивность к изменениям во внешней предпринимательской среде, быструю реакцию на потенциальные и реальные предпринимательские риски, невысокие производственные и управленческие расходы, близкую расположенность к рынкам сбыта произведенных товаров, продукции, работ, инновационных и научных продуктов.

Нормативно-правовая база деятельности предприятий, являющихся малыми и средними, на сегодняшний день представлена положениями ФЗ № 209-ФЗ от 24 июля 2007 г., регламентирующим развитие малого и среднего предпринимательства в РФ [1]. В указанном Федеральном законе зафиксированы критерии отнесения субъектов экономики к малым предприятиям. При этом должны учитываться показатели, предусмотренные в принятом 4 апреля 2016 г. Правительством РФ Постановлении № 256 [2].

В пункте втором части первой статьи 4 ФЗ № 209-ФЗ предусмотрены критерии средней численности (см. табл. 1).

**Таблица 1 - Критерии численности и объема выручки от реализации для субъектов малого предпринимательства**

Категория	Средняя численность работников, чел.	Выручка от реализации товаров (работ, услуг), млн. руб.
Средние предприятия	101 - 250	2000
Малые предприятия	До 100	800
Микропредприятия	До 15	120

Определение показателя средней численности работников предполагает необходимость учитывать всех работников. В частности, должны учитываться работники, которые трудятся в обособленных подразделениях (филиалах, представительствах и др.). Также следует принимать во внимание - с учетом времени, которое было реально отработано - работников, которые являются совместителями или выполняют обязательства в рамках гражданско-правовых договоров с предприятием [7].

Процесс организации системы ведения бухгалтерского учета на малых и средних предприятиях должен быть поэтапным.

Применительно к ООО «Полесье» реализован алгоритм выполнения указанного процесса, включающий ряд этапов: организована служба бухгалтерского учета; сформирована и утверждена учетная политика; определен порядок, согласно которому должна проводиться инвентаризация; определены правила, в соответствии с которым должен осуществляться документооборот; определена технология обработки информации учетного характера; определена форма ведения бухгалтерского учета; сформирована СВК - система внутреннего контроля.

Организуя ведение бухгалтерского учета, предприятие может выбрать следующие варианты - доверить учет организации, специализирующейся на его ведении, принять в штат специалиста в сфере бухгалтерского учета, организовать структурное подразделение по ведению бухгалтерского учета. Предприятие малого бизнеса может воспользоваться возможностью сокращения числа синтетических счетов в рабочем плане счетов.

ООО «Полесье» представляет собой микропредприятие. В этой связи организация, ведение учета осуществляется назначенной на должность главного бухгалтера Зозулей Е.М., которая осуществляет разработку учетной политики, позволяющей обеспечивать единство процесса учета в организационном, техническом и методическом отношении. В основе ведения бухгалтерского учета на анализируемом предприятии - журнально-ордерная система с применением компьютерной техники. Учет осуществляется в соответствии с учитывающими организационную структуру, особенности осуществляемой ООО «Полесье» деятельности формами, которые утверждает главный бухгалтер. Главным бухгалтером в соответствии с типовым планом счетов осуществляется утверждение рабочего плана счетов. Для главного бухгалтера

предусмотрено право установления дополнительных разрезов аналитического учета на основе введения субсчетов к счетам, являющимся синтетическим, их уточнения и исключения.

Инвентаризация имущества, обязательств позволяет обеспечить внутренний контроль. Главный бухгалтер осуществляет разработку плана-графика реализации указанной контрольной процедуры на отчетный год, с указанием причин проведения проверок, дат, когда должны быть проведены проверки, состава имущества, обязательств применительно к каждой из проверок. Руководитель для утверждения разработанного плана-графика принимает особое распоряжение. Хранение данного документа, в силу конфиденциальности указанных в нем сведений, осуществляется в сейфе главного бухгалтера. Руководитель предприятия определяет состав лиц комиссий по проведению инвентаризации - рабочих и действующих на постоянной основе.

На малых предприятиях формирование системы бухгалтерского учета осуществляется поэтапно. Указанная система обеспечивает формирование систематизированных документированных сведений, относящихся к объектам учета по каждому из бизнес-процессов, реализуемых на малом предприятии.

Анализируемое предприятие должно осуществлять ведение полноценного бухгалтерского учета, поскольку оно находится на специальном налоговом режиме - уплачивает ЕСХН. Применительно к учету показателей для определения налоговой базы указанного налога, и его суммы, следует отметить, что данный учет должен осуществляться в соответствии с информацией, фиксируемой в бухгалтерском учете [5].

В бухгалтерском учете существует стройная система правил, регулирующих его ведение. Тогда как в отношении ведения налогового учета какие-либо жесткие стандарты и особые учетные книги отсутствуют. В этой связи у сельскохозяйственных предприятий имеется право формировать систему налогового учета самостоятельно.

Проанализируем возможности упрощения бухгалтерского учета для предприятий, являющихся малыми и микропредприятиями. Соответствующий вариант упрощения фиксируется в содержании учетной политики, вводится в действие посредством принятия приказа руководителем предприятия.

В отношении малых предприятий предусмотрено существенное упрощение в методологии бухгалтерского учета в виде возможности ведения учета без применения правил, предусмотренных несколькими ПБУ. Трудозатраты бухгалтера малого предприятия ощутимо сокращаются, поскольку он вправе предоставлять бухгалтерскую отчетность в сокращенном виде и раскрывать в ней меньший объем сведений.

В целях сокращения нагрузки по выполнению административных требований малым предприятиям при исполнении обязанностей по ведению бухгалтерского учета предоставлены следующие возможности [4]:

- 1) руководитель малого предприятия, согласно Федеральному закону «О бухгалтерском учете», вправе принять ведение учета на себя;
- 2) малые предприятия, согласно ПБУ 1/2008, вправе осуществлять ведение бухгалтерского учета, не применяя двойную запись, т.е. в соответствии с простой схемой;
- 3) малым предприятиям предоставлено в соответствии с Федеральным законом «О бухгалтерском учете» право ведения упрощенной бухгалтерской отчетности. Ее содержание и состав предусмотрены принятым 2 июля 2010 г. Минфином РФ Приказом № 66н;
- 4) малые предприятия могут определять состав учетных регистров, утверждать формы данных регистров самостоятельно. Соответствующее право зафиксировано в Федеральном законе «О бухгалтерском учете», утвержденных принятым Минфином РФ 12 декабря 1998 г. Приказом № 64н Типовых рекомендациях по организации бухгалтерского учета для малых предприятий.

Правила, согласно которым должно осуществляться ведение бухучета, зафиксированы в ПБУ. Необходимо отметить, что в отличие от бухгалтерского учета, правила, согласно которым должен осуществляться налоговый учет, на нормативном уровне не зафиксированы. У

ФНС РФ отсутствует право устанавливать для субъектов, являющихся плательщиками налогов, формы учетных документов, имеющие обязательный характер. У плательщиков налогов имеется право самостоятельной организации системы ведения налогового учета.

Налоговый учет должен быть организован с учетом необходимости:

- последовательного отражения фактов хозяйственной деятельности в непрерывном режиме;
- учета доходов и расходов, систематизации фактов хозяйственной деятельности;
- формирования показателей налоговой декларации по ЕСХН.

Таким образом, на исследуемом предприятии согласно разработанной учетной политики для целей налогообложения определено, что ведение налогового учета относится к обязанности главного бухгалтера.

Используемые в налоговом учете сведения представлены данными, содержащимися в первичных учетных документах, в т.ч. в справке бухгалтера, в аналитических учетных регистрах налогового учета. Также используются результаты определения налоговой базы.

Аналитические регистры в налоговом учете представлены сводными формами, в которых систематизируется учетная информация за отчетный (налоговый) период, без распределения по счетам бухучета.

Данные налогового учета представлены данными, учитываемыми в документах организации - разработанных таблицах, справках бухгалтера иных, в которых группируется информация относительно объектов налогообложения. Таким образом, модель организации налогового учёта можно представить на рисунке 1.

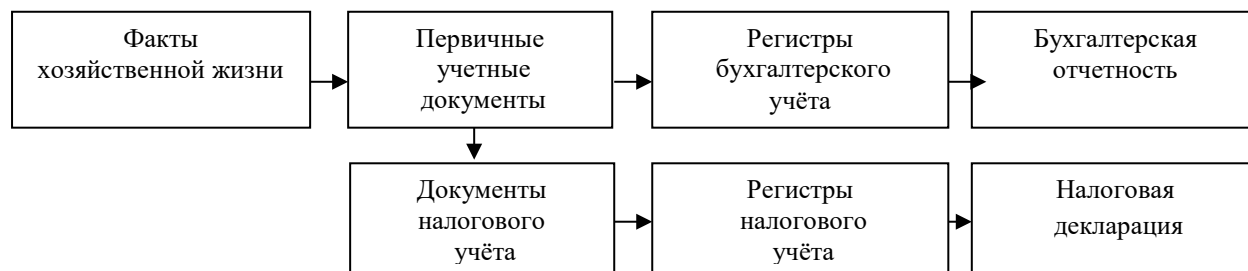


Рис. 1. Модель организации налогового учёта в ООО «Полесье»

Для того чтобы определить налогооблагаемую базу по ЕСХН, на анализируемом предприятии используются учетные (налоговые) регистры, в шести учитываются расходы, в одном - доходы. Книга учета доходов и расходов используется для сбора итоговой информации. На основании данной книги производится внесение сведений в налоговую декларацию.

В регистре № 1 учитываются расходы по приобретению ОС до перехода на оплату ЕСХН. В следующих по номерам регистрах учитываются расходы: по приобретенным и списанным в эксплуатацию объектам ОС; приобретенных и списанных ТМЦ для определения расходов; прочие затраты для определения расходов по ЕСХН; расходы на оплату труда для определения расходов; расходы по вносам в Пенсионный Фонд, налогам и прочим платежам. В регистре № 7 учитываются доходы для определения ЕСХН.

Схематично организацию налогового учёта при исчислении и уплате единого сельскохозяйственного налога можно представить на рисунке 2.

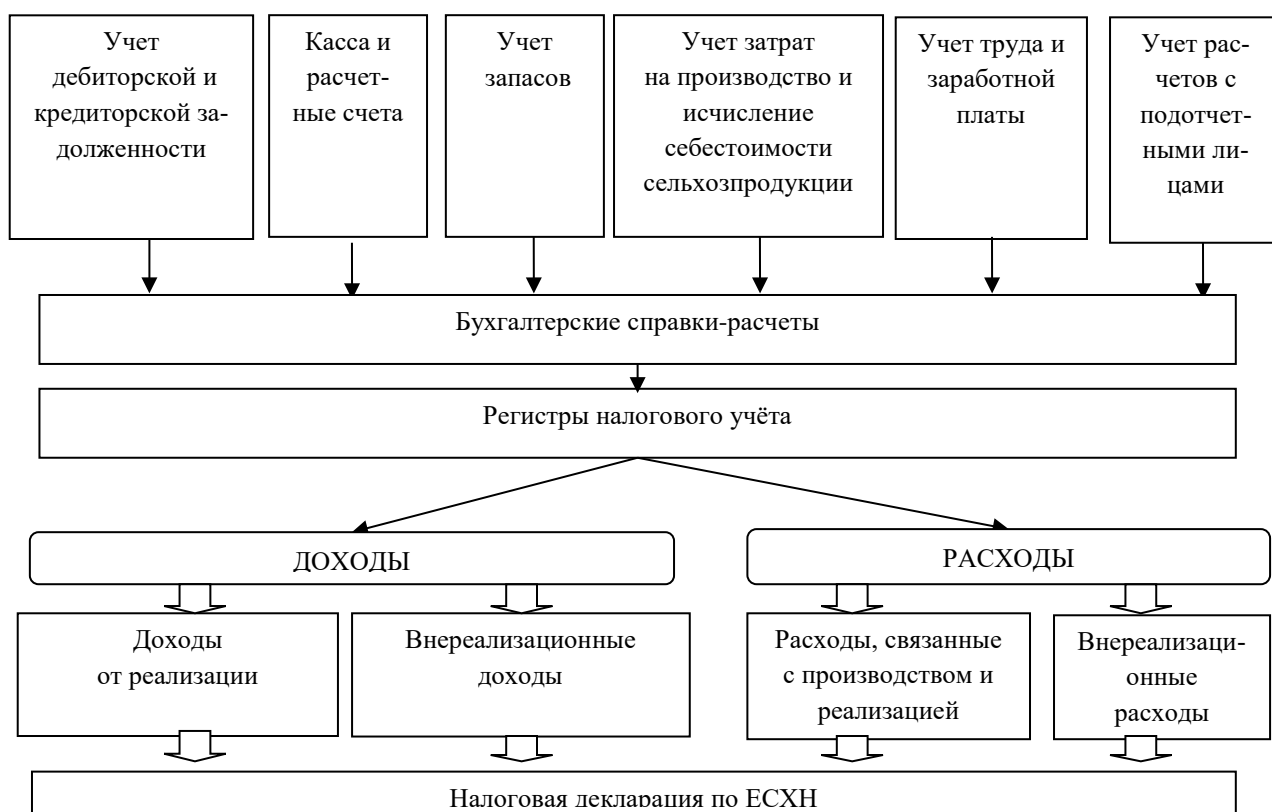


Рис. 2. Организация налогового учёта при ЕСХН

Проанализировав организацию бухгалтерского и налогового учёта в ООО «Полесье» нами были разработаны мероприятия по её совершенствованию. Так, например, при рассмотрении вопросов организации бухгалтерского учёта, необходимо:

- разработать график документооборота, при этом необходимо принимать во внимание Положение о документах и документообороте в бухгалтерском учете (утв. Минфином СССР 29.07.1983 № 105). (Табл. 2).

Таблица – 2. Образец графика-документооборота (фрагмент)

Наименование документа	Создание документа					Проверка документа				Обработка документа		Передача в архив	
	количество экземпляров	ответственный за выпуск	ответственный за оформление	ответственный за исполнение	срок исполнения	ответственный за проверку	кто представляет	порядок представления	срок представления	кто исполняет	срок исполнения	кто исполняет	срок передачи
Требование..	2	цех	ОМТС бухгалтерия	склад	ежедневно (до..часов)	бухгалтерия	1 экз. - цех 2 экз. - склад	при отчете при реестре	ежедневно (до..часов)	бухгалтерия	ежедневно	бухгалтерия	По истечении квартала

Определение и поддержание порядка движения документов на предприятии обеспечивается за счет создания и принятия графика документооборота. Наличие данного графика позволяет бухгалтерскому подразделению своевременно получать первичные документы, рационально осуществлять их. Формой графика документооборота может являться перечень либо схема работ, осуществляемых исполнителями и подразделениями предприятия, для создания

документов, их проверки, обработки. В указанном перечне или схеме должны быть указаны сроки, в которые должны выполняться работы, взаимосвязь между работами,

Для малых предприятий предусмотрена возможность ведения бухгалтерского учета без применения учетных регистров по учету имущества, т.е в простой форме, либо с применением подобных регистров. При определении формы ведения учета малыми предприятиями учитывается объем и характер учетных операций (Типовые рекомендации по организации бухгалтерского учёта для субъектов малого предпринимательства, утвержденные Приказом Минфина России от 21 декабря 1998 г. № 64н, разд. 4.1 и 4.2).

В целях совершенствования организации бухгалтерского учёта в ООО «Полесье», необходимо применять форму ведения учета на основе использования учетных регистров по учету имущества. При данной форме используются упрощенные ведомости, которые предназначены для того, чтобы обеспечивать сведения, необходимые в целях управления малым предприятием и формирования бухгалтерской отчетности. В указанных ведомостях регистрируются факты хозяйственной деятельности. Каждая из ведомостей используется для того, чтобы учитывать операции по определенному бухгалтерскому счету. Указанную форму ведения учета целесообразно использовать малым предприятиям, которые производят продукцию (услуги, работы).

В качестве совершенствования организации налогового учёта, бухгалтеру ООО «Полесье» целесообразно применять бухгалтерские справки.

Для подготовки указанных справок используется информация, содержащаяся в первичных документах учета. В случае если будет осуществляться формирование подобных справок, будет обеспечена возможность в случае необходимости изучить первоисточник сведений, использованных в рамках учета.

Оформление указанных справок на каждом из участков учета позволяет использовать содержащиеся в них сведения для проведения различных налоговых расчетов. Далее представлен пример учета принимаемых для определения величины ЕСХН доходов от реализации[8].

Бухгалтеру следует осуществить заполнение справок о принимаемых для определения величины ЕСХН доходах (представленных в таблицах 3, 4 справок № 1, № 2). Заполнение указанных справок упрощает контроль в отношении дебиторской задолженности, поступления доходов от продажи, и доходов, являющихся внереализационными.

**Таблица 3 - Бухгалтерская справка №1. О принимаемых для расчета ЕСХН доходах от реализации сельскохозяйственной продукции за июнь 2019 года**

№ п/п	Источник информации		Виды доходов	Бухгалтерская запись						Принято к налоговому учету, руб.	Откл, руб.
				начислено			оплачено				
	дата	№		Дт	Кт	Сумма, руб.	Дт	Кт	Сумма, руб.		
1	30.06.19	Накладная № 23	Выручка от реализации продукции растениеводства	62	90	10000	51	62	8000	8000	-2000
X	X	X	Итого	X	X	X	X	X	8000	8000	-2000

Справку составил бухгалтер: Зозуля Е.М.

Дата составления «30» июня 2019 г.



**Таблица 4 - Бухгалтерская справка №2/ О доходах от реализации прочего имущества организации, принимаемых для расчета ЕСХН за июнь 2019 года**

№ п/п	Источник информации		Виды доходов	Бухгалтерская запись					Принят о к налоговому учету, руб	Отклонение, руб.	
				начислено		оплачено					
	дата	№		дебет	кредит	сумма, руб.	дебет	кредит			сумма, руб.
1	23.06.19 Накладная №33		Выручка от реализации основных средств	62	91	100000	51	62	100000	100000	-
	30.06.19 Накладная №25		Выручка от реализации покупных товаров	62	90	50000	51	62	50000	50000	-
X	X	X	Итого	X	X	X	X	X	150000	150000	-

Справку составил бухгалтер: Зозуля Е.М.

Дата составления «30» июня 2019 г.

На основании бухгалтерских справок, данных по счетам учёта реализации (счета 90 и 91), а также счетов учёта денежных средств, расчетов и т. п. формируется сводный налоговый регистр по учету доходов от реализации, принимаемых для расчета ЕСХН. Его форма показана в таблице 5.

**Таблица 5 - Налоговый регистр по учету доходов от реализации, принимаемых для расчета ЕСХН за июнь 2019 года**

№ п/п	Документ		По видам поступлений доходов					Итого	
	№	дата	Доходы от реализации сельхозпродукции			Прочие доходы			
			за наличный расчет (Дт счета 50 «Касса»)	безналичные платежи (Дт счета 51 «Расчетные счета»)	зачет взаимных требований (Дт счетов 60, 76 Кт счета 62)	в счет оплаты труда (Дт счета 70 Кт счета 90)	суммы от реализации покупных товаров (Кт счета 90)		суммы, полученные при реализации основных средств (Кт счета 91)
1.	Бухгалтерская справка №1	30.06.19	-	8000	-	-	-	-	8000
2.	Бухгалтерская справка №1	30.06.19	-	-	-	-	50000	100000	150000
x	Итого	x	-	8000	-	-	50000	100000	158000

Регистр составил бухгалтер: Зозуля Е.М.

Дата составления: «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 год

По итогам проведенного исследования представляется возможным сформулировать следующие выводы. В современных условиях существуют особенности организации учета и налогообложения малых предприятий. При организации и ведении бухгалтерского и налогового учёта ООО «Полесье», являющиеся субъектами малого предпринимательства, руководствуется общими требованиями и нормами бухгалтерского и налогового законодательства. Совершенствовать организацию бухгалтерского и налогового учёта необходимо любой ком-

пании, начиная с рационального построения бухгалтерской службы до организации эффективно работающей системы внутреннего контроля. Таким образом, рекомендации по совершенствованию организации бухгалтерского и налогового учёта, в частности, составление графика документооборота, применение сокращенной формы бухгалтерского учета и отдельных регистров налогового учёта, могут способствовать увеличению достоверной и своевременной аналитической информации о рациональной организации ведения бухгалтерского и налогового учета с учётом всех особенностей предприятия.

#### Библиография

1. Российская Федерация. Законы. О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации: Федерального закона от 24.07.2007 № 209-ФЗ/[Электронный ресурс].-URL:<http://www.consultant.ru>. – 17.09.2019
2. Российская Федерация. Постановление Правительства РФ. О предельных значениях выручки от реализации товаров (работ, услуг) для каждой категории субъектов малого и среднего предпринимательства от 04.04.2016 № 256/[Электронный ресурс].-URL:<http://www.consultant.ru>. – 17.09.2019
3. Федерация. Министерство финансов. Типовые рекомендации по организации бухгалтерского учёта для субъектов малого предпринимательства: приказ Минфина России от 21.12.1998 № 64н/[Электронный ресурс].-URL:<http://www.consultant.ru>. – 17.09.2019
4. Золотарёва О.И., Золотарев С.Н. К вопросу развития малого бизнеса в Белгородской области. В сборнике: Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий Материалы XX Международной научно-производственной конференции. - 2016. - С. 325-326.
5. Наседкина Т.И., Решетняк Л.А., Здоровец Ю.И. (КФХ): Проблемы учёта и налогообложения/Монография.- Белгород. -2014.- 164 с.
6. Поленова С.Н. Об особенностях организации бухгалтерского учёта на предприятиях малого бизнеса/ С.Н. Поленова// Аудитор.- 2019.- №6/[Электронный ресурс].-URL. <http://www.consultant.ru.ru>.-17.09.19
7. Терехова Е.С. К вопросу о нормативном регулировании бухгалтерского учёта для предприятий малого бизнеса/ Е.С. Терехова//Аудитор.- 2016.- № 2/[Электронный ресурс].-URL. <http://www.consultant.ru.ru>. -17.09.19
8. Шатина Е., Козменкова С. ЕСХН: организация налогового учёта/[Электронный ресурс].-URL. <https://www.klerk.ru>.- 17.09.19.

#### Bibliography

1. Russian Federation. Laws. About development of small and average business in the Russian Federation: Federal law of 24.07.2007 No. 209-FZ/[Electronic resource].- URL: <http://www.consultant.ru>. - 17.09.2019
2. Russian Federation. Resolution Of the government of the Russian Federation. On the marginal values of revenue from the sale of goods (works, services) for each category of small and medium-sized businesses from 04.04.2016 № 256/[Electronic resource]. - URL: <http://www.consultant.ru> – 17.09.2019
3. Russian Federation. Ministry of finance. Standard recommendations on the organization of accounting for small businesses: order of the Ministry of Finance of Russia from 21.12.1998 № 64n/[Electronic resource]. - URL: <http://www.consultant.ru> – 17.09.2019
4. Zolotareva O. I., Zolotarev S. N. On the development of small business in the Belgorod region. In the collection: Problems and prospects of innovative development of agricultural technologies Materials of the XX International scientific and production conference. - 2016. Pp. 325-326.
5. Nasedkina T. I., Reshetnyak L. A., Zdorovets Yu. I. (KFH): problems of accounting and taxation / Monograph.- Belgorod. -2014.- 164 p.
6. Polenova S. N. about features of the organization of accounting at the enterprises of small business/ S. N. Polenova // Auditor.- 2019.- No. 6/[Electronic resource].- URL. <http://www.consultant.ru.ru>.-17.09.19
7. Terekhova E. S. On the issue of normative regulation of accounting for small businesses/ E. S. Terekhova//Auditor.- 2016.- No. 2/[Electronic resource].- URL. <http://www.consultant.ru.ru>. -17.09.19
8. Satina E., S. Kuzmenkova UAT: tax accounting/[Electronic resource].- URL. <https://www.klerk.ru>. - 17.09.19.

#### Сведения об авторах

Золотарёва Оксана Ивановна кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учёта, анализа и финансов ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, 89056752256 savateevoaksana@mail.ru

#### Information about authors

Zolotareva Oksana Ivanovna candidate of economic Sciences, associate Professor of chair of accounting, analysis and Finance FSBEI "Belgorod state agricultural UNIVERSITY named after V. Gorin", Vavilova str., 1, p. may, Belcity district, Belgorod region, Russia, 308503, 89056752256 savateevoaksana@mail.ru

УДК 338.246.027

*Р.В. Капинос, О.С. Акупиян*

## ИННОВАЦИОННЫЕ КЛАСТЕРЫ НЕКОММЕРЧЕСКИХ АГРАРНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

**Аннотация:** Статья исследует инновационные подходы к стимулированию развития сельских территорий Белгородской области. Отмечаются основные проблемы, связанные с ростом экономики сельских поселений: острый дефицит рабочей силы с точки зрения ее количества и качества, хронический недостаток собственных и заемных финансовых средств, низкий уровень экологической безопасности, недоступность инновационной технологии и ресурсов, неразвитость дорожной и социальной инфраструктур, нереализованность государственных программ поддержки села, отсутствие или неразвитость системообразующих для села организаций и предприятий. Для решения обозначенных проблем в первую очередь необходимо ориентироваться на решение таких крупных блоков задач, как: инновации, воспроизводство трудовых ресурсов, государственное регулирование, экология. Для привлечения наиболее активной и производительной части работников села – молодежи, авторы предлагают предоставление 1 га под родовые поместья в близлежащих областном центре территориях, беспроцентная ипотека в первые 3 года, 0,1% в последующие годы. В области экологии предлагается: принятие экологического Кодекса, 0,1% кредит на экологические виды транспорта, создание культурных центров эко-поселений за счет государства, использование уже накопленного опыта эко-поселений Белгородского края, с использованием принципов органического земледелия, а также организация дальнейших экспедиций по изучению опыта эко-поселений и конфессиональных хозяйств. В результате проведенного нами исследования, в ходе которого мы последовательно применяли методы наблюдения – опроса – индукции – дедукции – экономического эксперимента в ходе индивидуальной экспедиций, мы дали четкую дефиницию эко-поселений как сельских поселений разных типов, основанных на принципах минимального воздействия на окружающую экологию, здорового образа жизни и органического земледелия, и предложили четыре модели инновационных кластеров, включающих эко-поселения и Белгородский ГАУ имени В. Я. Горина как обязательные системообразующие элементы.

**Ключевые слова:** инновационные кластеры, региональная экономика, сельские территории, XX, XXI век, Белгородская область, экономическая эффективность, некоммерческие аграрные организации экологической направленности, родовые поместья, эко-поселения.

### INNOVATIVE CLUSTERS OF NON-PROFIT AGRICULTURAL ORGANIZATIONS OF ECOLOGICAL ORIENTATION AS A FACTOR OF REGIONAL ECONOMY DEVELOPMENT

**Abstract:** The article explores innovative approaches to stimulating the development of rural areas of the Belgorod region. The main problems associated with the growth of the economy of rural settlements are noted: acute shortage of labor in terms of its quantity and quality, chronic lack of own and borrowed funds, low level of environmental safety, inaccessibility of innovative equipment, technology and resources, underdevelopment of road and social infrastructures, unrealized state programs to support the village, the absence or underdevelopment of backbone organizations and enterprises for the village. To solve these problems, first of all it is necessary to focus on the solution of such large blocks of tasks as: innovation, reproduction of labor resources, state regulation, ecology. In the field of innovation, it is proposed to create four types of innovation clusters. To attract the most active and productive part of the workers of the village – youth, the authors propose the provision of 1 hectare for family estates in the surrounding areas of the regional center, interest-free mortgage in the first 3 years, 0.1% in subsequent years. In the field of ecology is proposed: adoption of the environmental Code, 0.1% credit on the ecological types of transport, creation of cultural centres, eco-villages, and at state expense, the use of already accumulated experience of eco-settlements of the Belgorod region, using the principles of organic farming, as well as the organization further expeditions to study the experience of eco-villages and religious households. As a result of our research, during which we consistently applied the methods of observation-survey-induction-deduction-economic expert during our expeditions, we gave a clear definition of eco-settlements as rural settlements of different types, based on the principles of minimal impact on the environment, healthy lifestyle and organic farming, and proposed four models of innovative clusters, including eco-settlements and Belgorod state UNIVERSITY named after V. Ya. Gorin as mandatory system-forming elements.

**Key words:** innovation clusters, regional economy, rural areas, XX, XXI century, Belgorod region, economic efficiency, non-profit agricultural organizations of ecological orientation, family estates, eco-settlements.

Региональная экономика в настоящее время выступает реальной основой развития национальной экономики любой страны, в том числе Российской Федерации. В этой связи исследование факторов, форм и методов стимулирования роста региональной экономики имеет особую актуальность при выяснении путей стимулирования развития национального хозяйства России в краткосрочной и долгосрочной перспективах.

Понятие региональной экономики, при том, что было предложено еще в середине прошлого века, до настоящего времени находится в процессе своего окончательного формирования.

Под региональной экономикой можно понимать (рис. 1):

- 1) Часть территориальной (местной, областной) экономики – экономику села, поселка, города.
- 2) Часть национальной экономики – экономику области, республики, земли.
- 3) Часть мировой экономики – национальную экономику.
- 4) Экономику отдельно взятого континента.
- 5) Экономику мировых промышленных, торговых, финансовых организаций.

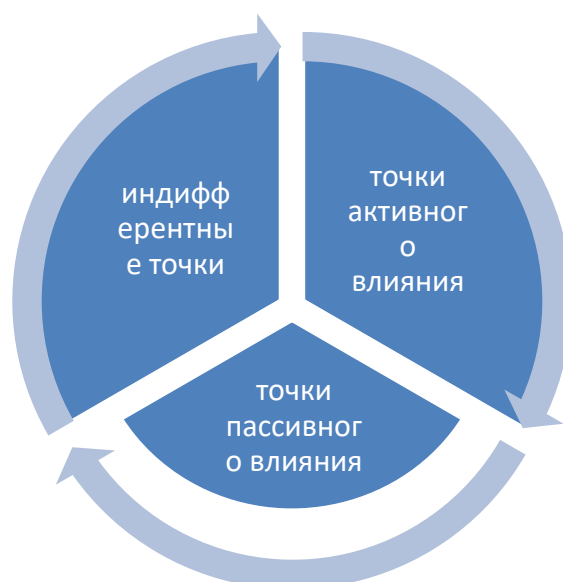


Рис. 1. Классификация типов региональной экономики

Но «регион» мы можем выделять не только по территориальному охвату, но и по степени влияния на:

- другие хозяйствующие субъекты;
- на всё общество (социум):

- 1) точки активного (интенсивного) влияния;
- 2) точки пассивного (кратковременного, прерывистого) влияния;
- 3) индифферентные точки – не оказывающие никакого влияния (рис.2).



**Рис. 2. Классификация видов региональной экономики с точки зрения степени влияния на хозяйствующие субъекты**

по степени сложности:

- 1) Простые регионы.
- 2) Регионы-конгломераты.

по экологической ситуации:

- 1) Экологически чистые регионы.
- 2) Умеренно загрязненные регионы.
- 3) Регионы, наиболее опасные для жизни человека.

по влиянию на экологию:

- 1) Регионы с низкой степенью экологического воздействия.
- 2) Регионы со средней степенью экологического воздействия.
- 3) Регионы с высокой степенью экологического воздействия.

по влиянию на политику государства:

- 1) Детерминирующие (определяющие) политику страны.
- 2) Лоббирующие региональные интересы.
- 3) Политически индифферентные.

по степени роста:

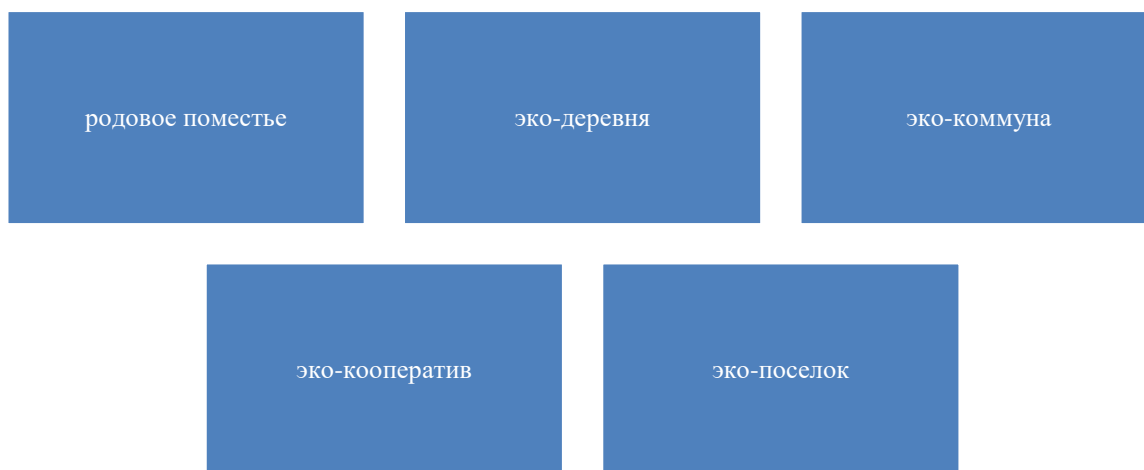
- 1) Растущие региональные экономики.
- 2) Регрессирующие регионы.
- 3) Стагнирующие регионы.

При этом некоммерческие аграрные организации экологической направленности могут функционировать в рамках любой из перечисленных разновидностей региональной экономики: на уровне села, посёлка, даже в черте города, зачастую выступая как системообразующие населенный пункт; как в рамках региона с растущей экономикой, так и в условиях стагнирующих и даже регрессирующих регионов.

Основной **методологической основой исследования** эко-поселений должно выступать последовательное применение методов наблюдения – опроса – индукции – дедукции – экономического эксперимента в ходе индивидуальной экспедиций.

Некоммерческие аграрные организации экологической направленности могут быть в форме (рис. 3):

1. Эко-поселения (родового поместья).
2. Эко-деревни.
3. Эко-коммуны.
4. Эко-кооператива.
5. Эко-поселка городского типа.



**Рис. 3. Классификация некоммерческих аграрных хозяйств экологической направленности с точки зрения формы организации**

Само понятие эко-поселения (эко-деревни, родового поместья, органического села) до настоящего времени остается неопределенным в экономической и в целом мировой науке – несмотря на то, что такой экономический феномен существовал на протяжении всей истории человечества.

Впервые термин «эко-поселение» был введен Робертом Гилманом [2], выделившим ряд особенностей, среди которых (табл. 1):

**Таблица 1 – Характерные черты эко-поселений, по Р. Гилману**

№	Особенность эко-поселения	Объяснение особенности
1	Масштаб	человеческий масштаб (масштаб должен не превышать 500 человек - при котором все в общине знают друг друга и каждый чувствует, что может влиять на направление развития поселения).
2	Пропорции	поселение со всеми чертами человеческой деятельности, которые должны быть представлены в сбалансированной пропорции: проживание, отдых, общественная жизнь и коммерция.
3	Экологическая чистота	человеческая деятельность гармонично интегрирована в природную среду
4	Здоровое развитие человека	обеспечено целостное развитие всех аспектов человеческой жизни: физической, эмоциональной, умственной и духовной.
5	Продолжительность	может успешно существовать неопределенно долгое время.

Современные российские и зарубежные исследователи в сфере региональной экономики в последние десятилетия все более активно включаются в изучение различные аспектов функционирования эко-поселений. Среди наиболее заметных имён следует назвать М.В. Рыбакову, М.Ю. Щукину, А.Н. Сырова, И.Р. Графурова, И.П. Кулесова, А.А. Кулесову, М.А. Метелкина, Р. Майндера, Б. Моллисона [6].

По нашему мнению, под **эко-поселениями** следует понимать сельские поселения разных типов, основанные на принципах минимального воздействия на окружающую экологию, здорового образа жизни и органического земледелия.

Среди основных проблем региональной экономики на уровне села, посёлка, решению которых способствовало бы развитие эко-поселений различных типов, можно выделить следующие (табл. 2).

**Таблица 2 - Основные современные проблемы региональной экономики на уровне сельских поселений Белгородской области**

№	Категория проблемы	Описание проблемы	Классификация проблемы
1	2	3	4
1	Экология	Перманентный тотальный экологический регресс	Загрязнение, высушивание, заболачивание почвы
			Загрязнение глубинных и поверхностных вод
			Загрязнение воздуха выхлопными автомобильными и промышленными газами
			Гибель флоры и фауны
2	Трудовые ресурсы	Дефицит качественной рабочей силы	Недостаток рабочей силы в сельскохозяйственном и промышленном производстве
			Недостаток рабочей силы в сфере обслуживания и услуг
			Недостаток рабочей силы в сфере культуры и образования
			Низкий уровень квалификации рабочей силы
3	Организационные центры	Отсутствие или неразвитость системообразующих для села организаций, предприятий и хозяйств	Недостаточное развитие социокультурных объектов (дворцов культуры, домов отдыха, санаториев, пансионатов)
			Недостаточное развитие перерабатывающих предприятий АПК, системы мини-заводов в сельской местности, неразвитость традиционных ремёсел
			Недостаточное развитие сельских профессиональных хозяйств
4	Туризм	Неразвитость системы туризма в сельской местности	Недостаточное развитие аграрного туризма
			Недостаточное развитие экологического туризма
			Недостаточное развитие профессионального туризма

При этом сами эко-поселения и поселенцы сталкиваются в своей деятельности с целым рядом проблем, решение которых возможно как инновационными, так и традиционными путями (табл. 3).

Инновационные кластеры в АПК – одна из современных инновационных форм развития аграрной экономики. При этом под инновационными кластерами в АПК следует понимать объединение аграрных компаний и связанных с ними научных, финансовых организаций и органов местной власти, действующих в сельском хозяйстве и характеризующихся общностью одной или нескольких характеристик:

- географического положения;
- отраслевой принадлежности;
- поставщиков;
- трудовых ресурсов;
- капитала;
- доступа к специализированным услугам;
- наличия специализированных учебных заведений;
- наличия специальных исследовательских организаций [6].

**Таблица 3 - Основные современные проблемы экономики некоммерческих аграрных хозяйств экологической направленности Белгородской области**

№	Категория проблемы	Описание проблемы	Возможные способы решения проблемы
1	2	3	4
1	Экология	Экологический кризис	Принятие экологического кодекса РФ
			Ужесточение экологических штрафов
			0,1% кредит на экологические виды транспорта
			Инновационные кластеры в АПК
2	Трудовые ресурсы	Дефицит рабочей силы	Инновационные кластеры в АПК
			Предоставление 1 га под родовые поместья в близлежащих областному центру территориях
			Беспроцентная ипотека в первые 3 года, 0,1% в последующие годы
			0,1% кредит на приобретение экологических видов транспорта
			Пониженные ставки транспортного налога для сельских жителей
			Увеличение норматива земли под родовое поместье в зависимости от количества членов семьи – на 2-5 га.
3	Государственное регулирование	Низкая эффективность государственного стимулирования развития сельских территорий	Инновационные кластеры в АПК
			Совершенствование Закона о родовых поместьях
			Создание и принятие Закона РФ о развитии родовых поместий
4	Организация	Отсутствие системообразующих центров	Инновационные кластеры в АПК
			Предоставление 1 га под родовые поместья в близлежащих областному центру территориях
			Создание культурных центров поселений за счет государства
5	Инновации	Дефицит техники и аграрных инноваций	Инновационные кластеры в АПК
			Развитие лизинга техники
			Освобождение от местных налогов на период использования инновационных технологий, направленных на поддержание экологической безопасности

Формирование такого рода инновационных объединений (кластеров), имеющих подчас высокий уровень вертикальной и горизонтальной интеграции, в различных сферах АПК и в каждом регионе страны становится первоочередной задачей сегодняшнего дня.

Каждый кластер является:

- 1) объектом крупных капиталовложений, грантов, направляющихся на:
  - прорывные научные исследования;
  - междисциплинарные и межотраслевые разработки, которые одновременно можно применять в нескольких смежных направлениях экономической деятельности;
  - стимулирование человеческого капитала;
  - развитие рыночной инфраструктуры и информационных технологий;
- 2) объектом инвестиций как со стороны государства, так и отечественного и иностранного бизнеса, устанавливающих между собой устойчивые связи;
- 3) объединением, имеющим центральное звено – в качестве которого может выступать (см. рис. 4-7):
  - одно крупное экопоселение или группа экодеревок;
  - научно-исследовательская организация – рискованное предприятие, нацеленное исключительно на инновации;
  - региональная администрация или муниципальный орган власти;
  - финансовая или торговая компания [6].





**Рис. 4. Модель 1 кластера эко-поселений**

Такого рода кластер возможно сформировать в п. Майском и его окрестностях, когда системообразующим началом выступит Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, вокруг которого будут объединены эко-деревни Белгородского района, прежде всего Серебряный бор и новые эко-деревни, возникновению которых будут способствовать местные органы власти Белгородского района, а также отделения крупнейших банков, функционирующих в районе, которые можно заинтересовать благодаря системе льгот. При этом основными функциями центрального звена, университета, в рамках данного кластера будет:

- 1) исследование существующих эко-поселений, выявление основных трудностей, связанных с их развитием;
- 2) прогноз развития и возникновения новых эко-поселений;
- 3) консультационные услуги в сфере экономики, агрономии, ветеринарии;
- 4) подготовка специалистов в сфере экологической экономики.

Отношения между всеми элементами кластера первого типа будут характеризоваться:

- 1) добровольностью;
- 2) долговременностью;
- 3) взаимосвязями.

Принципами организации кластеров первого типа будет:

- 1) свобода;
- 2) системность;
- 3) научность;
- 4) социальная значимость;
- 5) экологическая чистота производства и потребления.

Результатами работы кластера на уровне Белгородского района и Белгородской области будет:

- 1) формирование новых эко-поселений;
- 2) научные монографии в сфере экономики, агрономии, ветеринарии;
- 3) формирование слоя сельскохозяйственных производителей, функционирующих на основании принципов органического земледелия;
- 4) создание общественной прослойки, организованной на началах здорового образа жизни;
- 5) производство экологически чистой продукции.

Результатами работы кластера на уровне государства может быть:

- 1) создание образцов новой, экологически чистой продукции;

- 2) выработка новых, экологически чистых технологий сельскохозяйственного производства;
- 3) приращение научного эмпирического опыта;
- 4) научные теоретические открытия.



**Рис. 5. Модель 2 кластера эко-поселений**

Такого рода кластер возможно сформировать в п. Шебекино и его окрестностях, когда системообразующим началом выступит эко-поселение Кореньские родники, вокруг которого будут объединены эко-деревни Белгородского региона, прежде всего Серебряный бор и новые эко-деревни, возникновению которых будут способствовать местные органы власти Белгородского района, а также отделения крупнейших банков, функционирующих в районе, которые можно заинтересовать благодаря системе льгот. При этом основными функциями центрального звена, эко-поселения или группы (кооператива) эко-поселений, в рамках данного кластера будет:

- 1) развитие органического земледелия;
- 2) установление кооперации и более тесной интеграции между эко-поселениями;
- 3) создание новых пород и сортов, новых аграрных технологий;
- 4) апробация новых пород и сортов, новых аграрных технологий, созданных в рамках Белгородского ГАУ.



**Рис. 6. Модель 3 кластера эко-поселений**

Модель 3 инновационного кластера может быть сформирована в Корочанском районе, системообразующим началом выступит администрация Корочанского района, эко-поселения будут развиваться на базе родовых поместий хутора Заречье.



**Рис. 7. Модель 4 кластера эко-поселений**

Модель 4 инновационного кластера может быть сформирована в Корочанском районе, системообразующим началом выступит Россельхозбанк, эко-поселения будут развиваться на базе родовых поместий хутора Заречье.

Интеграция кластерного типа, нацеленная на постоянную выработку пусть даже самых рискованных с точки зрения реализации на рынке инноваций, порождает совершенно новые возможности для развития эко-поселений РФ, где люди берут на себя ответственность за собственную жизнь, жизнь своих детей и сохранение природных ресурсов для будущих поколений.

Таким образом, когда мы говорим об инновационных кластерах некоммерческих аграрных организаций экологической направленности, мы имеем в виду продукцию и ее переработку, услуги, технологии, которые поддерживают устойчивое развитие региональной экономики и уменьшают давление на окружающую среду, позволяют получить ощутимый социально-экономический эффект.

В результате проведенного нами исследования, в ходе которого мы последовательно применяли методы наблюдения – опроса – индукции – дедукции – экономического эксперимента в ходе индивидуальной экспедиции, мы дали четкую дефиницию эко-поселений как сельских поселений разных типов, основанных на принципах минимального воздействия на окружающую экологию, здорового образа жизни и органического земледелия, и предложили четыре модели инновационных кластеров, включающих эко-поселения и Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина как обязательные системообразующие элементы.

#### **Библиография**

1. Федеральная целевая программа "Устойчивое развитие сельских территорий на 2014 - 2017 годы и на период до 2020 года" [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://fcp.economy.gov.ru/cgi-bin/cis/fcp.cgi/Fcp/ViewFcp/View/2014/412>
2. Закон Белгородской области «О родовых поместьях в Белгородской области». Принят Белгородской областной думой 18 февраля 2010 г. (в ред. законов Белгородской области от 03.05.2011 № 36, от 31.10.2013 № 239) [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://bytdobru.info/rodina/2013-10-31-zakon-o-rodovyh-pomestyah-v-belgorodskoi-oblasti>

3. Акупиан О.С., Ечин Н.М., Завгородняя Л.И., Капинос Р.В., Китаёв Ю.А., Кравченко Д.П., Мирошниченко Г.Т., Пак З.Ч., Тугуз Р.Х., Човган Н.И. Специфика аграрного производства в крестьянских (фермерских) хозяйствах в условиях инновационного развития. Майский, 2018. - 146 с.

4. Акупиан О.С., Капинос Р.В. Инновационные подходы к развитию сельских территорий // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2018. № 3 (19). С. 50-60.

5. Капинос Р.В., Акупиан О.С. Кибуцы как образцы аграрных хозяйств конфессионального типа с точки зрения теории сверхдлинных волн // Экономика и предпринимательство. – 2018. - № 4. – С. 997-1002.

6. Турьянский А.В. Сельскохозяйственные рынки: учебное пособие. – Белгород: Изд.: БелГСХА им. В.Я. Горина, 2014. – 177 с.

7. Чаянов А. В. Не публиковавшиеся и малоизвестные работы. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2003. – 328 с.

#### References

1. Federal target program "Sustainable development of rural areas for 2014-2017 and for the period up to 2020" [Electronic resource] - access mode: <http://fcp.economy.gov.ru/cgi-bin/cis/fcp.cgi/Fcp/ViewFcp/View/2014/412>

2. The law of the Belgorod region "on patrimonial estates in the Belgorod region". Adopted by the Belgorod regional Duma on February 18, 2010 (as amended by the laws of the Belgorod region of 03.05.2011 No. 36, dated 31.10.2013 № 239) [Electronic resource] – mode of access: <http://bytdobru.info/rodina/2013-10-31-zakon-o-rodovyyh-pomestiyah-v-belgorodskoi-oblasti>

3. Akupiyana O. S., Yechin N. M., Zavgorodnyaya L. I., Kapinos R. V., Kitaev Yu. a., Kravchenko D. P., Miroshnichenko G. T., Pak Z. CH., Tuguz R. H., Chovgan N. I. Specifics of agricultural production in peasant (farm) farms in terms of innovative development. May, 2018. - 146 p.

4. Akopyan O. S., Kapinos, R. V. Innovative approaches to the development of rural areas // Innovations in agriculture: problems and prospects. 2018. No. 3 (19). Pp. 50-60.

5. Kapinos R. V. Akupiyana, O. S. Kibbutzim as examples of farms confessional type from the point of view of the theory of super-long waves // Economics and entrepreneurship. - 2018. - № 4. - P. 997-1002.

6. A. V. Tur'yans'ke Agricultural markets: a training manual. – Belgorod: Publishing House.: BSAA them. V. Y. Gorina, 2014. - 177 p.

7. Chayanov A.V. Unpublished and little-known works. - M.: Publishing and trading Corporation "Dashkov and Co", 2003. - 328 p.

#### Сведения об авторах

Капинос Роман Валерьевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 9066050860 e-mail: [rkapinos@yandex.ru](mailto:rkapinos@yandex.ru).

Акупиан Ольга Станиславовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 9040956652 e-mail: [ol-ga71@mail.ru](mailto:ol-ga71@mail.ru).

#### Information about the authors

Kapinos Roman Valerievich, candidate of economic Sciences, associate Professor economic theory and Economics of agriculture of the Belgorod state agricultural UNIVERSITY, Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, phone: +7 9066050860 e-mail: [rkapinos@yandex.ru](mailto:rkapinos@yandex.ru).

Akupiyana, Olga Stanislavovna, candidate of economic Sciences, associate Professor economic theory and Economics of agriculture of the Belgorod state agricultural UNIVERSITY, Vavilova str., 1, p. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, phone: +7 9040956652 e-mail: [ol-ga71@mail.ru](mailto:ol-ga71@mail.ru).

УДК 637.5: 338.439:330.3

*А.В. Котарев, А.О. Котарева, Р.И. Ибрагимов*

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ОТРАСЛЕВОЙ СФЕРЫ АПК РФ**

**Аннотация.** Как показывает практика исследований функционирования и развития современных социально-экономических систем на микро-, мезо- и макроуровня, инновационный фактор является одним из ключевых драйверов роста эффективности, производительности, доходности, экономичности и конкурентоспособности последних. Все это доказывает то, что спектр данных вопросов и вся предметная область научных изысканий (инновации) имеет высокую степень значимости, перспективности и актуальности, как для отдельных хозяйствующих субъектов, так и для национальных экономик в целом. Прикладные аспекты исследования были отнесены к такой отраслевой сфере АПК, как мясопродуктовый подкомплекс. Практика доказывает, что сегодня данному отраслевому сегменту присущи многие системные проблемы (качество сырьевого обеспечения; дефицит трудовых ресурсов; высокие ресурсо- и энергозатраты; зависимость от импортного оборудования, комплектующих и вспомогательных материалов (более 65 %) и т.д.). Разрешение данного спектра проблемных вопросов должно строиться с учетом фактора инновационности. Таким образом, на основе применения методов аксиоматической и гипотетической группы в работе проведено исследование отраслевого сегмента АПК на предмет текущего состояния, а также перспективности его инновационного развития с учетом организационно-управленческого инструментария. Полученные авторские результаты имеют как теоретическую, так и практическую значимость и могут быть использованы в научно-образовательной среде, в производственной сфере управления, в системе государственного планирования и регулирования при составлении программ, планов, прогнозов социально-экономического развития сферы мясного производства.

**Ключевые слова:** мясное производство, инновационное развитие, организационно-управленческий инструментарий, конкурентоспособность, социально-экономический рост и развитие.

### **ORGANIZATIONAL AND MANAGERIAL ASPECTS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF BRANCH OF AGRICULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**Abstract.** As practice of researches of functioning and development of modern social and economic systems at micro-, meso- and macro-levels shows, the innovative factor is one of key drivers of growth of efficiency, productivity, profitability, economy and competitiveness of the last. All this proves that the range of these issues and the entire subject area of scientific research (innovation) has a high degree of significance, prospects and relevance, both for individual economic entities and for national economies in General. Applied aspects of the study were attributed to such a branch of agriculture as meat subcomplex. Practice proves that today this industry segment is characterized by many systemic problems (quality of raw materials; shortage of labor resources; high resource and energy costs; dependence on imported equipment, components and auxiliary materials (more than 65 %), etc.). The resolution of this range of problematic issues should be based on the factor of innovation. Thus, on the basis of application of methods of axiomatic and hypothetical group in work the research of branch segment of agroindustrial complex concerning the current state, and also prospects of its innovative development taking into account organizational and administrative tools is carried out. The author obtained results have both theoretical and practical importance and can be used in scientific-educational and production management, in the system of state planning and regulation in the preparation of programmes, plans and forecasts of socio-economic development of meat production.

**Keywords:** meat production, innovative development, organizational and management tools, competitiveness, socio-economic growth and development.

**Введение.** В мировой экономической системе уже давно определен тренд лидерства и перспективности – инновационный формат организации труда и экономики в целом. Именно инновационные разработки и достижения в области техники и технологий, а также организации и управления, обеспечивают современным хозяйствующим субъектам наиболее выгодные и значимые конкурентные преимущества на соответствующем отраслевом рынке. Стоит отметить, что инновации есть результат сложноорганизованного и высокоструктурированного процесса, который задействует многочисленные ресурсы и объекты инфраструктуры, что доказывает их полифункциональность и высокую степень ресурсоемкости. Данные аспекты накладывают серьезные ограничения на ход и практику реализации инновационных процессов и деятельности в целом. Все это свидетельствует о том, что необходимо совершенствовать именно инструмент организационно-управленческого уровня, что, в конечном итоге, позволит повысить показатель инновационной активности предпринимательских структур, степень

диффузии и утилитарности новаций. Важно подчеркнуть, что подобного рода вопросы особым образом вписываются в процесс стратегирования сферы АПК РФ, а, в частности, мясного производства. Отмеченная позиция верифицируется тем, что данный отраслевой сегмент имеет большое значение для всего народного хозяйства не только с экономической точки зрения, но и с социальной, так как мясо и мясные продукты – это продукты социальной категории, а от их качества и уровня потребления зависит общий показатель качества жизни населения.

Инновационное развитие мясопродуктового подкомплекса АПК РФ есть фактор его устойчивого и сбалансированного развития. В тоже время данным тенденциям препятствуют весьма актуальные проблемы (низкий показатель эффективности и комплексности использования исходного сырья; недостаточный уровень автоматизации и информатизации; качество и полезность вырабатываемых готовых изделий и полуфабрикатов; низкий уровень развитости интеграционно-кооперационных процессов и т.д.), кроме того ситуацию усугубляют факторы экзогенного уровня (высокая стоимость заемных средств; несистемность государственной поддержки и регулирования; высокая конкуренция; нестабильность рыночной конъюнктуры, которая определена большим разнообразием факторов, в силу того, что рынок мяса и мясопродуктов обладает свойством высокой детерминантности)).

На наш взгляд, в контексте разрешения последних, особое внимание стоит обратить именно на экономические и организационно-управленческие инструменты, в виду того, что именно они наиболее часто отмечаются отраслевыми экспертами, специалистами, управленцами предпринимательской среды и государственного регулирования. В данном аспекте наиболее важными вопросами являются: спектр задач государственной инновационной политики; механизм реализации инновационной деятельности; финансирование инновационного развития; перспективные направления инновационного развития отечественного мясного производства. Этим вопросам и посвятим содержательную часть текущего исследования.

**Цель исследования.** Целью научного исследования выступила проработка вопросов относительно современного состояния отраслевой сферы АПК (мясное производство) с учетом критериев эффективности, конкурентоспособности и инновационности, а также выработка перспективных точек роста и средств активизации инновационных процессов в отечественном мясопродуктовом подкомплексе, реализуемых на базе совершенствования организационно-управленческого инструментария.

**Условия, материалы и методы.** В ходе проведения исследования в работе были использованы методы аксиоматической и гипотетической группы, а также отдельно стоит выделить методы теоретической, эмпирической и общенаучной группы. В работе были применены системные, ситуационные, логические и диалектические научные подходы.

В методологии исследования особое место занял именно диалектический подход, так как объект исследования необходимо было рассматривать всесторонне и целостно, а также с учетом его всеобщей взаимосвязи и взаимообусловленности. В виду чего современный мясопродуктовый подкомплекс АПК, с одной стороны, есть система включающая многочисленные взаимосвязанные составные элементы, имеющих определенную степень организации и структурированности; с другой – единый (синкретичный) комплекс по отношению к экзогенной среде (рынок). Также в рамках системного, ситуационного и логического подходов, применяемых в контексте изучения основных задач государственной инновационной политики, реализуемой в отраслевой сфере хозяйствования; ключевых положений механизма реализации инновационной деятельности на базе отечественного мясопродуктового подкомплекса; основных источников инвестиционных вложений в инновационное развитие сферы мясного производства отечественного АПК, нашли применение следующие методы: абстрактно-логический, ретроспективный, экспертный, монографический, анализ, синтез, дедукция, обобщение, конкретизация, абстрагирование.

Подбор научных методов и подходов базировался на основе принципа достаточности, необходимости, достоверности и реализуемости, что позволило обеспечить требуемый уровень детальности и обоснованности проработки поставленных задач. Также все это позволило

придать настоящему исследованию следующие свойства: системность, научность, симметричность, объективность, утилитарность.

Материалы исследования включали: нормативно-правовые документы профильных государственных структур; публикации в периодических изданиях (печатных и электронных), посвященных инновационной тематике с учетом отраслевой специфики; отчетные документы и результаты научно-теоретических и прикладных исследований информационно-аналитических агентств, отраслевых союзов и ассоциаций.

Следует отметить, что в настоящее время отсутствует единая система сбора, хранения и обработки информации о инновационном развитии отраслевой сферы АПК. Имеется только весьма фрагментарная и порой не совсем достоверная, и обоснованная информация, которая рассредоточена по различным источникам, что создает значительные трудности для проведения качественных научных изысканий в соответствующей предметной области.

**Результаты и обсуждение.** В настоящее время отечественный отраслевой рынок мяса и мясопродуктов развивается довольно интенсивно, все это касается не только сферы реализации и производства, но и сырьевого сегмента (малые и средние животноводческие хозяйства, крупные агропромышленные комплексы и объединения) [1, 2]. Согласно экспертным оценкам, в ближайшей перспективе тенденции роста и развития в данном отраслевом сегменте оформятся как устоявшийся тренд и приобретут системный характер. В данном контексте отметим, что за 2018 г. в нашей стране общий рост производства трех основных видов мяса в корпоративном секторе составил более 7 %. Оптовые цены на мясо в период 2018 г. превысили все ранее отмеченные на рынке значения. Среднегодовая оптовая цена по РФ на тушку цыпленка-бройлера в 2018 г. превысила уровень предыдущего периода на 16,2 %, а свинины (в полутушах) на 6,7 % относительно уровня 2017 г. [4, 6].

С одной стороны, повышение рыночной стоимости товара можно оценить, как фактор риска для обеспечения высокого темпа роста данного рыночного сегмента (рост стоимости товара приводит к снижению уровня покупательской способности населения), но, с другой стороны, своевременное и умеренное повышение цены обеспечивает получение необходимого уровня доходности производителей, последние повышают уровень капитализации и направляют дополнительную прибыль на технико-технологическое и организационно-управленческое развитие производственных систем, без чего невозможно современным хозяйствующим субъектам обеспечить должный уровень инновационности и конкурентоспособности как на внутреннем, так и на внешнем рынках [1]. В данном аспекте важно подчеркнуть, что зачастую повышение цен носит исключительно локальный характер, данные обстоятельства имеют место быть, когда отдельные участники торгово-посреднических связей рынка хотят обеспечить себе сверхприбыли и необоснованно завышают показатель маржи. В большей степени данные нарушения характерны для современного торгового ритейла.

Таким образом, высокая структурированность и сбалансированность функционирования отраслевого рынка (мясо и мясопродукты), а также выверенный и четко обоснованный механизм ценообразования выступают важнейшим условием стабильности и устойчивости развития всего продовольственного сектора народного хозяйства нашей страны. Как уже было отмечено, данные обстоятельства играют ключевую роль в повышении инновационности и конкурентоспособности отраслевых хозяйствующих субъектов, а также в наращивании их экспортного потенциала в условиях применения секторальных санкций и реализации новой агропромышленной политики в нашей стране [3, 5]. В данных обстоятельствах стоит подчеркнуть, что объем экспорта отечественного мяса и субпродуктов в 2018 г. увеличился более чем на 17 % по сравнению с показателем 2017 г. [9].

На основе результатов исследования общемировых тенденций развития экономических конъюнктурных сдвигов, происходящих на мегауровне, совершенно четко и однозначно можно констатировать о высоком уровне приоритетности функционирования и развития именно продовольственного сегмента, как фактора социально-экономического роста той или иной общественно-хозяйственной формации. Иными словами, те государства, которые в бли-

жайшее время займут лидирующие позиции на мировом рынке сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия обеспечат себе успешный переход на шестой уровень технологического уклада развития национальных экономик мира (2025-2080 гг.) и сформируют базис конкурентных преимуществ на долгосрочную перспективу. У нашей страны для этого имеется большой потенциал и возможности, но стоит отдельно выделить тот момент, что только качественное и безопасное сельскохозяйственное сырье, пищевые продукты и продовольствие обеспечат достижение отмеченных целевых установок [7, 11].

Среди сдерживающих факторов отмеченных перспективных установок, стоит отметить довольно низкий уровень инновационности и показатель научно-технического развития производственной сферы экономики АПК, по сравнению с основными конкурентами. Данный проблемный момент весьма актуален и для отечественного сектора мясного производства, при чем он имеет всеобъемлющий характер и включает все товарно-производственные звенья и функционально-технологические участки единого мясопродуктового подкомплекса России.

Низкий уровень инновационной активности в отраслевом сегменте обусловлен, в первую очередь, дефицитом собственных средств. Как показала практика, механизмы государственной поддержки в виде специальных государственных фондов в данном отраслевом секторе АПК не получили должного внимания и развития. Современный государственный формат регулирования инновационной деятельности и активности в данной отраслевой сфере народного хозяйства носит локальный и явно несистемный характер [13].

Среди основных факторов, которые сдерживают инновационное развитие отраслевой сферы, стоит отметить: отсутствие межведомственной координации и взаимодействия; недостаточная развитость материально-технической и научно-исследовательской базы; отсутствие действенного организационно-экономического механизма управления инновационными процессами и проектами (лишь малая часть всех научно-технических разработок находят практическое применение в реальном производственном процессе; отсутствие должного уровня мониторинга конъюнктурных изменений, происходящих на рынке отраслевых инноваций; отсутствие четкого алгоритма отбора инновационных проектов; неразвитость инструмента экономической экспертизы; отсутствует четкий перечень показателей оценки эффективности применения отраслевых инновационных разработок, а также схема их продвижения в реальный производственный процесс субъектов хозяйствования (мясокомбинаты) [8, 12].

В качестве ключевой цели государственной инновационной политики, реализуемой в сфере мясного производства, стоит отметить – создание оптимальных условий для развития теоретико-методологических и прикладных научных исследований и разработок, их максимально эффективного использования в реальном производственном процессе и в сфере торговли, обеспечение устойчивого тренда социально-экономического роста и научно-технического развития, повышение эффективности функционирования, а также конкурентоспособность субъектов отраслевого хозяйствования, что, в конечном итоге, должно привести к повышению уровня и качества жизни населения, обеспечить устойчивый показатель социальной стабильности и экономического роста всей сферы АПК. Для достижения обозначенной целевой установки государственной инновационной политики, реализуемой в отраслевой сфере хозяйствования, необходимо решить следующие основные задачи, которые проиллюстрированы на рисунке 1 [1, 4, 6, 7, 10].

Процесс формирования и реализации на практике приоритетов инновационного развития отраслевых предпринимательских структур должен основываться на результатах анализа потребностей производственной и потребительской сферы, имеющемся ресурсном обеспечении, а также на достижениях научно-технической сферы отечественного и зарубежного опыта. На современном этапе, в силу ограниченности выделяемых государством ресурсов, первоочередным приоритетом должна стать государственная поддержка фундаментальных исследований и важнейших прикладных разработок, ориентированных на быструю отдачу. Механизм реализации инновационной деятельности на базе отечественного мясопродуктового подкомплекса включает следующие положения, приведенные на рисунке 2 [1, 12, 14].



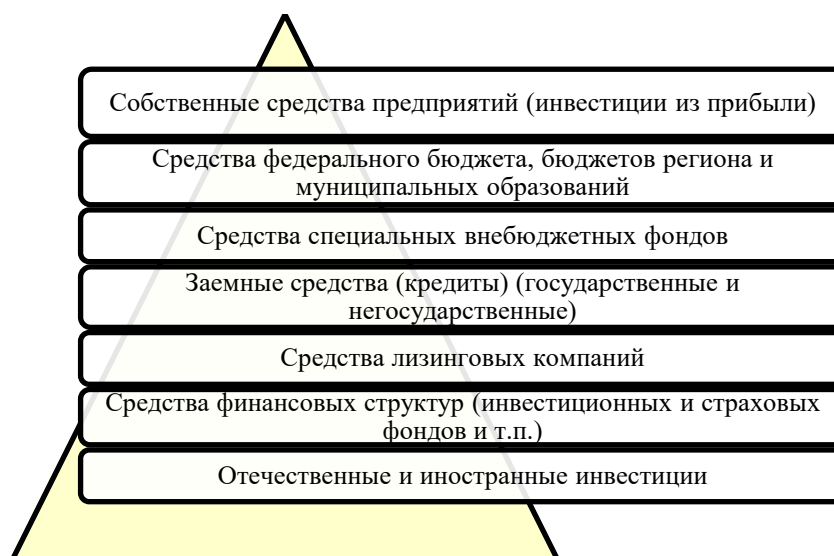


**Рис. 1. Основные задачи государственной инновационной политики, реализуемой в отраслевой сфере хозяйствования**



**Рис. 2. Ключевые положения механизма реализации инновационной деятельности на базе отечественного мясопродуктового подкомплекса**

Процесс управления инновационной деятельностью и отдельными проектами инновационно-ориентированного типа весьма тесно коррелирует с качественно-количественным составом утвержденных стратегических приоритетов, которые в общей совокупности направлены на интегрирование научно-технической и инвестиционной деятельности с целью разработки инновационных и/или совершенствования имеющихся видов готовой продукции. Одним из ключевых элементов структуры организационно-управленческого механизма обеспечения инновационной деятельности в отраслевой сфере АПК являются финансовые ресурсы и система инвестирования. В качестве важнейших составляющих системы финансирования инновационной деятельности стоит отметить: многоканальность целевых потоков денежных средств, целевые государственные программы и система контроль за использованием финансов. Основные источники инвестиционных вложений в инновационное развитие сферы мясного производства отечественного АПК проиллюстрированы на рисунке 3 [7, 10, 12, 14].



**Рис. 3. Основные источники инвестиционных вложений в инновационное развитие сферы мясного производства отечественного АПК**

В условиях преобладания кризисных тенденций, собственных средств предприятий и кредитных ресурсов, требуемых для реализации активных действий в направлении инновационного развития недостаточно. В данных обстоятельствах государство начинает играть ключевую роль в активности и перспективности данных процессов. Государство должно поддерживать данные процессы за счет целевых бюджетных средств, субсидий, дотаций и налоговых льгот. В период активизации реализации отраслевых инноваций государственная поддержка должна сокращаться, для того чтобы поддерживать здоровый уровень конкуренции [7].

Одним из важнейших инструментов активизации инновационной деятельности, наравне с государственным механизмом регулирующего управления, является маркетинг, в данном контексте стоит отметить, что маркетинговая стратегия мясоперерабатывающего предприятия определяет его концепцию поведения по отношению к тем или иным инновационным продуктам. На концепцию поведения оказывают влияние весьма разнообразные факторы, которые, зачастую, носят полисемантический характер: масштаб, тип, инфраструктура, конъюнктура потребительского рынка; долгосрочная стратегия предприятия, уровень покупательской способности современного потребителя, наиболее часто применяемые инструменты государственного воздействия (регуляторы) и т.п. [8].

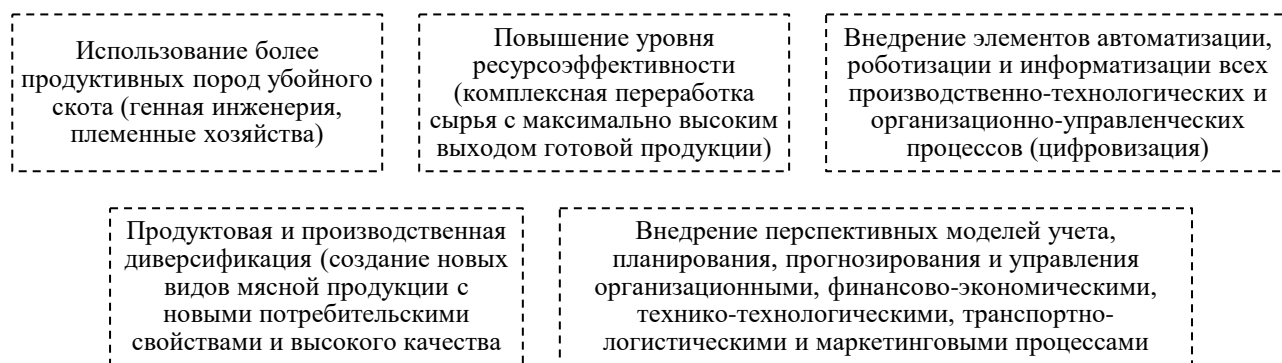
Построение современной отраслевой инновационной системы невозможно без развитой и высоко адаптивной инфраструктуры. Необходимо организовывать такие объекты как: научно-технологические и промышленные парки, производственно-технологические центры, центры трансфера научных достижений в области техники и технологий, бизнес-инкубаторы,

особую значимость, исходя из специфики мясного производства, приобретают свободные экономические зоны. В нашем понимании современная инновационная среда должна основываться на принципиально новых формах финансирования наукоемких проектов в виде сообщества бизнес-ангелов и венчурных фондов [1, 4].

Применительно к мясной промышленности инновационная политика требует осуществления мер по широкому внедрению малоотходных и безотходных технологических процессов, техническому перевооружению производства на базе современного высокопроизводительного оборудования, механизации и автоматизации производства. Инновационные технологии призваны обеспечить комплексную переработку сырья и высокое качество выпускаемой продукции, исключить или существенно снизить вредное воздействие на окружающую среду. В связи с этим большое значение приобретают научные исследования, которые могут быть конвертированы в стратегически важные инновации.

Высокая степень актуальности и перспективной значимости повсеместного внедрения на современных мясоперерабатывающих предприятиях ресурсоэффективных методов и подходов базируется на том, что отечественное мясное производство относится к одной из ресурсоемких сфер народного хозяйства, в частности, средний показатель удельного веса сырья в структуре себестоимости готовой продукции составляет более 70 %. В данном обстоятельстве, выявление скрытых резервов, минимизация потерь на различных этапах производственного процесса (заготовка, транспортировка, хранение, переработка, сбыт), снижение показателя ресурсо- и сырьеемкости, повышение показателя ресурсоэффективности, комплексности использования сырья, более рациональное использование отходов и вторичных продуктов обеспечат отраслевым предприятиям солидные экономический эффект. Реализация данных направлений невозможна без использования инновационных разработок, а также передовых методов и подходов в области организации и управления [6, 9, 12].

Обобщая современные тренды и актуальные проблемы развития отечественного мясного производства в аспекте инновационного развития, приведем перечень инновационных направлений, наиболее характерных для отраслевого производства в плане утилитарности и перспективности (рисунок 4) [1, 2, 14].



**Рис. 4. Наиболее актуальные и перспективные направления инновационного развития отечественного мясного производства**

Реализация обозначенных направлений должна стать базовым приоритетом инновационного развития отраслевой сферы хозяйствования на текущую и долгосрочную перспективу.

В заключении хотелось бы отметить, что среди перспективных направлений инновационного типа, применительно к сфере отечественного мясного производства, ведущие специалисты Всероссийского научно-исследовательского института мясной промышленности им. В. М. Горбатова выделили следующие направления научных изысканий, проиллюстрированные на рисунке 5 [10]. Стоит подчеркнуть, что еще в 2011 г. была разработана и утверждена Стратегия инновационного развития РФ [13], также в настоящее время на федеральном уровне утвержден и уже реализуется ряд нормативно-правовых документов, напрямую определяющих инновационный тренд развития всей сферы агропромышленного производства в нашей стране [11, 12, 14], что доказывает высокую степень значимости данной сферы управления и

следует, что инновационный процесс подразумевает проведение структурных и системных преобразования на уровне всей национальной экономики.



**Рис. 5. Перспективные направления инновационного типа, применительно к сфере отечественного мясного производства, согласно мнению ведущих отраслевых специалистов**

На наш взгляд, решение данных задач должно идти при активном участии государственных профильных учреждений, использовании накопленного научного и производственного потенциала, а также заинтересованности самих предприятий в разработке и диффузии в реальное производство перспективных идей инновационного типа. Все это, в конечном итоге, и создаст условия для развития прорывного типа, призванного обеспечить устойчивый тренд социально-экономического роста не только отдельных хозяйствующих субъектов мясного производства, но и всего агропромышленного комплекса России.

**Выводы.** Таким образом, вся содержательная часть проведенного исследования, а также достигнутые результаты свидетельствуют о достижении поставленной цели и решении обозначенных задач. В частности, достигнутые авторами научные положения включают:

проработанные и уточненные задачи государственной инновационной политики, реализуемой в отраслевой сфере хозяйствования;

сформированные ключевые положения механизма реализации инновационной деятельности на базе отечественного мясопродуктового подкомплекса;

обоснованные источники инвестиционных вложений в инновационное развитие сферы мясного производства отечественного АПК;

предложенные наиболее актуальные и перспективные направления инновационного развития отечественного мясного производства;

выделенные перспективные направления инновационного типа, применительно к сфере мясного производства, согласно мнению ведущих отраслевых специалистов;

Представленные авторские результаты имеют высокую ценность с позиции теории и практики. В частности, они могут найти применение в научной и образовательной среде в ходе проведения специализированных исследований в соответствующей отраслевой сфере АПК, а также в процессе подготовки научных, производственных и педагогических кадров; в реальной производственной среде (управленческий менеджмент); в сфере государственного регулирующего управления, в процессе разработки программ, планов, стратегий, регламентов и т.д.; в работе промышленно-производственных объединений (союзы и ассоциации). Данные разработки позволят более глубоко и детально изучить вопросы, касающиеся ключевых задач,

проблемных моментов и стратегических перспектив инновационного роста и развития отраслевой сферы отечественного агропромышленного комплекса.

#### Библиография

1. Агропромышленный комплекс. вступая в 2019 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://productcenter.ru/articles/russia/17579/agropromyshlienni-komplieks-vstupaia-v-nbsp-2019-god>, свободный. – (дата обращения: 29.06.2019).
2. Алиев Х. Современное состояние и конкурентоспособность мясной промышленности // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2017. № 35. С. 37.
3. Богомолова И. П., Василенко И. Н., Котарев А. В., Малыгина Е. Н. Совершенствование системы кормового обеспечения мясного животноводства АПК на основе принятия управленческих решений инновационного типа // Современная экономика: проблемы и решения. 2019. № 1. С. 106-119.
4. Богомолова И. П., Котарев А. В., Котарева А. О. Функционирование и развитие перерабатывающей сферы мясопродуктового подкомплекса Российской Федерации // АПК: Экономика, управление. 2019. №1. С. 44-57.
5. Богомолова И., Василенко И., Гусев И. Мониторинг состояния и тенденций развития сырьевых и производственных предприятий мясной отрасли АПК Воронежской области // Международные научные исследования. 2016. №1. С. 133-140.
6. Богомолова И., Котарев А., Котарева А. Оценка современного состояния и перспектив развития отечественного рынка мяса и мясопродуктов // Вестник Курской сельскохозяйственной академии. 2019. №1. С. 105-112.
7. Богомолова И. П., Котарев А. В. Реализация механизма государственного регулирования с целью развития мясного производства и обеспечения продовольственной безопасности // Регион: системы, экономика, управление. 2019. №1 (44). С. 53-65.
8. Горбунова Н. А., Захаров А. Н. Инновационный процесс: сотрудничество отраслевой науки и промышленности // Все о мясе. 2009. №3. С. 5-10.
9. Итоги года 2018. Мясная отрасль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.servis-expo.ru/news/itogi-goda-2018-myasnaya-otrasl>, свободный. – (дата обращения: 28.06.2019).
10. Небурчилова Н. Ф., Волынская И. П. Основные направления инновационного развития предприятий мясной промышленности // Все о мясе. 2012. №5. С. 26-29.
11. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017 г. №1632-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>, свободный. – (дата обращения: 24.06.2019).
12. Программа «Цифровизация сельского хозяйства» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://io-tas.ru/files/documents/Пояснит.записка%20eAGRO%20fin%20000.pdf>, свободный. – (дата обращения: 25.06.2019).
13. Распоряжение Правительства РФ от 08.12.2011 г. № 2227-р об утв. «Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года». Доступ из справ. –правовой системы «КонсультантПлюс». Источник: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_123444/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_123444/)
14. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 гг. (Постановление Правительства РФ от 25.08.2017 г. № 996) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/EIQtiyxIORGXoTK7A9i497tyyLAmnIrs.pdf>, свободный. – (дата обращения: 28.06.2019).

#### References

1. Agribusiness. coming into 2019 [Electronic resource]. - Access mode: <https://productcenter.ru/articles/russia/17579/agropromyshlienni-komplieks-vstupaia-v-nbsp-2019-god>, free. (date of application: 29.06.2019).
2. Aliyev H. the Current state and competitiveness of the meat industry // Management of economic systems: electronic scientific journal. 2017. No. 35. Pp. 37.
3. Bogomolova I. P., Vasilenko I. N., Kotarev A.V., Malygina E. N. Improvement of the system of fodder supply of meat livestock agriculture on the basis of management decisions of innovative type // Modern economy: problems and solutions. 2019. No. 1. Pp. 106-119.
4. Bogomolova I. P., Kosarev A. V., A. O. Kosareva Functioning and development of the processing industry of meat and product sub-complex of the Russian Federation // APK: Economy, management. 2019. No. 1. Pp. 44-57.
5. Bogomolova I., Vasilenko I., Gusev I. Monitoring of the state and trends in the development of raw materials and production enterprises of the meat industry of the Voronezh region // International scientific research. 2016. No. 1. Pp. 133-140.
6. Bogomolova I., Kotarev A., Kotareva A. Assessment of the current state and prospects of development of the domestic market of meat and meat products // Bulletin of the Kursk agricultural Academy. 2019. No. 1. Pp. 105-112.
7. Bogomolova I. P., Kotarev A.V. Implementation of the mechanism of state regulation for the development of meat production and food security // Region: systems, economy, management. 2019. No. 1 (44). Pp. 53-65.
8. Gorbunova N. A., Zakharov A. N. Innovative process: cooperation of branch science and industry // All about meat. 2009. No. 3. Pp. 5-10.
9. Results of the year 2018. Meat industry [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.servis-expo.ru/news/itogi-goda-2018-myasnaya-otrasl>, free. (date of application: 28.06.2019).
10. Neburchilova N. F., Volynskaya I. P. Main directions of innovative development of meat industry enterprises // All about meat. 2012. No. 5. Pp. 26-29.

11. Program «Digital economy of the Russian Federation» (approved order of the government of the Russian Federation of 28.07.2017 No. 1632-R) [Electronic resource]. - Access mode: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>, free. – (date of application: 24.06.2019).

12. The program «The Digitalization of agriculture» [Electronic resource]. - Access mode: <https://io-tas.ru/files/documents/Пояснит.записка%20еАGRO%20fin%20000.pdf>, free. (date of application: 25.06.2019).

13. The order of the Government of the Russian Federation of 08.12.2011 No. 2227-R about approved «Strategies of innovative development of the Russian Federation for the period up to 2020». Access from the Internet. - legal system «Consultant-Plus». Source: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_123444/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_123444/)

14. Federal scientific and technical program of development of agriculture for 2017-2025 (Formation of the Government of the Russian Federation from 25.08.2017 No. 996) [Electronic resource]. - Access mode: <http://static.government.ru/media/files/EIQtiyxIORGXoTK7A9i497tyyLAmnIrs.pdf>, free. – (date of application: 28.06.2019).

#### **Сведения об авторах**

Котарев Александр Вячеславович, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и маркетинга в АПК, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», ул. Мичурина, д. 1, г. Воронеж, Россия, 394087, тел. +7(4732) 53-86-51; e-mail: [kotarew@gmail.com](mailto:kotarew@gmail.com)

Котарева Алена Олеговна, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления и маркетинга в АПК, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», ул. Мичурина, д. 1, г. Воронеж, Россия, 394087, тел. +7(4732) 53-86-51; e-mail: [kotarew@gmail.com](mailto:kotarew@gmail.com)

Ибрагимов Рамиль Ибрагимович Оглы, аспирант кафедры управления, организации производства и отраслевой экономики, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», пр. Революции, д. 19, г. Воронеж, Россия, 394036, тел. 8(473)255-27-10, e-mail: [uopioe@yandex.ru](mailto:uopioe@yandex.ru)

#### **Information about authors**

Kotarev Aleksandr Vyacheslavovich, candidate of economic Sciences, associate Professor of the Department of management and marketing in agriculture, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great», st. Michurina, 1, Voronezh, Russia, 394087, phone. +7(4732) 53-86-51; e-mail: [kotarew@gmail.com](mailto:kotarew@gmail.com)

Kotareva Alena Olegovna, candidate of economic Sciences, associate Professor of the Department of management and marketing in agriculture, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, st. Michurina, 1, Voronezh, Russia, 394087, phone. +7(4732) 53-86-51; e-mail: [kotarew@gmail.com](mailto:kotarew@gmail.com)

Ibragimov Ramil Ibragimovic Ogly, post-graduate student of the Department of management, organization of production and industry economy, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Voronezh State University of Engineering Technologies», Revolution Avenue, 19, Voronezh, Russia, 394036, phone. 8(473)255-27-10, e-mail: [uopioe@yandex.ru](mailto:uopioe@yandex.ru)

УДК 631.158

*Т.И. Наседкина, Л.Н. Груздова*

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ

**Аннотация.** При осуществлении своей хозяйственной деятельности, трудовые ресурсы организаций занимают одно из центральных мест, а следовательно вопросы ресурсосбережения и определения оптимальных соотношений их на предприятии очень актуальны в настоящее время. При этом, достаточная обеспеченность организаций необходимыми трудовыми ресурсами, их рациональное использование, высокий уровень производительности труда имеют важное значение при увеличении объемов продукции и повышении эффективности производства. Заметим, что полнота использования трудовых ресурсов оценивается по количеству отработанных дней и часов одним работником за анализируемый период времени, а также по степени использования фонда рабочего времени в целом. Отмечается, что с ростом производительности труда создаются реальные предпосылки для повышения уровня его оплаты, а средства на оплату труда нужно использовать таким образом, чтобы темпы роста производительности труда опережали темпы роста оплаты труда. В статье представлен факторный анализ фонда рабочего времени, производительности труда, рассмотрена структура фонда оплаты труда, соотношение темпов роста производительности труда и темпов роста его оплаты за последние три года. Акцентируется внимание на том, что эффективность деятельности предприятия может быть обеспечена лишь на базе высокопроизводительного и высокооплачиваемого труда, так как эффективность труда — единственный источник прироста объемов сельскохозяйственной продукции. Кроме того, особое внимание уделяется основным источникам резервов роста производительности труда на данном предприятии. Причем, немаловажное значение для оценки эффективности использования трудовых ресурсов в условиях рыночной экономики имеет показатель рентабельности персонала (отношение прибыли от продажи продукции к среднегодовой численности работников, занятых в сельскохозяйственном производстве). Сделаны выводы о том, что для роста производительности труда и улучшения использования трудовых ресурсов в ООО «Козинское» необходимо осуществить предложенный комплекс мероприятий, при строгом контроле и анализе использования рабочего времени.

**Ключевые слова:** трудовые ресурсы, производительность труда, заработная плата, затраты труда, эффективность.

### ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF LABOR RESOURCES USE

**Abstract.** In the implementation of its economic activities, the human resources of organizations occupy one of the Central places, and therefore the issues of resource saving and determining the optimal ratio of their enterprise is very relevant at the present time. At the same time, sufficient provision of organizations with necessary labor resources, their rational use, a high level of labor productivity are important in increasing production volumes and improving production efficiency. Note that the completeness of the use of labor resources is estimated by the number of days and hours worked by one employee for the analyzed period of time, as well as by the degree of use of the working time Fund as a whole. It is noted that with the growth of labor productivity, real prerequisites are created for increasing the level of wages, and funds for labor compensation should be used in such a way that the growth rate of labor productivity outstrips the growth rate of wages. The article presents a factor analysis of Fund of working time, productivity, the structure of wage Fund ratio growth rate of labor productivity and the growth charge over the past three years. Attention is focused on the fact that the efficiency of the enterprise can be provided only on the basis of high-performance and high-paid labor, since labor efficiency is the only source of growth in agricultural production. In addition, special attention is paid to the main sources of reserves for productivity growth in this enterprise. Moreover, the profitability of personnel (the ratio of profit from the sale of products to the average annual number of workers employed in agricultural production) is of great importance for assessing the efficiency of the use of labor resources in a market economy. It is concluded that productivity growth and improved utilization of labor resource in ООО "Kosinski" we need to implement the complex of measures, under the strict control and analysis of working time.

**Keywords:** labor resources, labor productivity, wages, labor costs, efficiency.

Заработная плата занимает одно из важных мест в социально - трудовой сфере и приоритетах социальной политики, а также это объясняется ее значимостью в обеспечении жизнедеятельности каждого человека, специфическими функциями, которые выполняет оплата труда в развитии общества и экономики в целом.

Заметим, что в современных условиях хозяйствования еще имеются проблемы в области оплаты труда, например, связанные с задержкой по выплате заработной платы, низкий размер заработной платы, которые не позволяют трудящимся улучшать свои условия жизни, а это приводит к возникновению в свою очередь различных проблем в экономике предприятия и страны в целом.

Следовательно, своевременно проведенный анализ трудовых ресурсов способствует улучшению производительности труда, что является актуальным для конкретного предприятия - ООО «Козинское» Грайворонского района, по материалам которого проведено исследование.

Однако, нельзя не отметить тот факт, что успешное решение задач по дальнейшему развитию производства в значительной мере зависит от правильного использования принципа материальной заинтересованности в результатах своего труда. Кроме того, работоспособность коммерческих организаций в значительной мере обусловлена наличием денежных средств [2]. Поэтому, анализ использования трудовых ресурсов в ООО «Козинское», уровень производительности труда необходимо рассматривать во взаимосвязи с оплатой труда, так как с ростом производительности труда создаются реальные предпосылки для повышения уровня его оплаты.

Достаточная обеспеченность предприятий трудовыми ресурсами, их рациональное использование, высокий уровень производительности труда имеют большое значение для увеличения объемов производства продукции и повышения его эффективности. Анализ обеспеченности кадрами начинается с изучения структуры и состава персонала, то проведем анализ движения работников ООО «Козинское». Показатели анализа движения персонала представим в таблице 1

**Таблица 1 - Анализ движения персонала**

Показатели	2016г.	2017г.	2018г.	Отклонение 2018г. от 2016г. (+;-)
Принято на работу, чел.	2	1	1	-1
Количество уволившихся работников, чел.	1	4	2	1
в т.ч. количество уволившихся по собственному желанию и за нарушение трудовой дисциплины, чел.	1	4	2	1
Количество работников, проработавших весь год, чел.	63	61	62	-1
Среднегодовая численность работников, чел	64	65	65	1
Коэффициент оборота по приему	0,03	0,02	0,02	-0,01
Коэффициент оборота по выбытию	0,02	0,06	0,03	0,01
Коэффициент постоянства персонала	0,98	0,94	0,95	0,01
Коэффициент текучести кадров	0,02	0,06	0,03	0,01

Анализируя движение персонала на предприятии в таблице 1, можно отметить, что на предприятии в 2018 г. такой показатель, как коэффициент оборота по приему снизился по сравнению с показателем 2016 г. на 1 %, что обусловлено снижением числа принятых на работу сотрудников. Учитывая то что, в ООО «Козинское» в 2018г. количество уволившихся работников возросло, соответственно коэффициент оборота по выбытию на предприятии увеличился до 3%.

Следует отметить, что показатели обеспеченности работниками и их движение еще не характеризуют степень их использования и не могут являться факторами, опосредованно влияющими на объем выпускаемой продукции. Поэтому, проведем анализ в целом по предприятию за 2016 – 2018 гг., а расчет влияния данных факторов представим в таблице 2 .

Проведенный анализ использования фонда рабочего времени позволяет сделать вывод о том, что одним среднегодовым работником в 2018 году планировалось отработать 257 дней или 1671 часов, если сравнивать этот показатель с показателем 2016 года, то можно отметить, что количество отработанных дней сократилось на 261 день или на 1646 часов. По сравнению



с планом число отработанных дней изменилось в сторону увеличения на 4 дня, а продолжительность рабочего дня фактически стала меньше на 0,6 час. Эта тенденция обусловлена уменьшением числа работников на предприятии.

Фонд рабочего времени на предприятии в 2018 г. составил 106879 тыс. чел.- час., что больше уровня плана почти на 3374 тыс. чел.-час. Это обусловлено увеличением количества отработанных дней одним работником за год. Следует отметить, за счет численности работников и продолжительности рабочего дня фонд рабочего времени снизился соответственно на 1670,5 и 3393,5 чел.- часов.

**Таблица 2 – Факторный анализ фонда рабочего времени**

Показатели	2016г	2017г	2018г		Отклонение (+;-) 2018г от	
			план	факт	плана	2016г
Среднегодовая численность работников, чел. (ЧР)	64	65	66	65	-1	1
Отработано за год одним работником: - дней (Д)	265	261	257	261	4	-4
- часов	1640	1646	1671	1646	-25	6
Средняя продолжительность рабочего дня, час. (П)	6,1	6,3	6,5	6,3	-0,6	0,2
Фонд рабочего времени, тыс. чел - час. (ФРВ)	103456	106879,5	110253	106879	3374	3423,5
Отклонение по фонду рабочего времени за счет изменения, тыс. чел-час.:						
- среднегодовой численности работников	$(ЧР_{\phi(1)} - ЧР_{п(0)}) * Д_{п(0)} * П_{п(0)}$				-1670,5	1616,5
- количества отработанных дней работником за год	$ЧР_{\phi(1)} * (Д_{\phi(1)} - Д_{п(0)}) * П_{п(0)}$				1690	-1586
- продолжительности рабочего дня	$ЧР_{\phi(1)} * Д_{\phi(1)} * (П_{\phi(1)} - П_{п(0)})$				-3393,5	3393
Общее отклонение	-				3374	3423,5

Экономическая эффективность использования трудовых ресурсов выражается в увеличении выхода валовой продукции на среднегодового работника, т.е. годовая его выработка [3]. Величина ее зависит не только от среднедневной и среднечасовой выработки, но и от удельного веса производственных рабочих в общей численности работников предприятия. Расчет влияния данных факторов на изменение уровня среднегодовой выработки рабочих произведен способом абсолютных разниц по данным, представленным в таблице 3.

Из данных таблицы следует, что среднегодовая выработка работника в 2018 году составила 2440,3 тыс. руб., что выше плановой на 137,27 тыс. руб. В связи с сокращением продолжительности рабочего дня выработка рабочих сократилась с планом на 314,3 тыс. руб., а в сравнении с 2016 годом увеличилась на 62,96 тыс. руб.. Положительно на ее уровень повлияло увеличение среднечасовой выработки, в результате чего выработка работника возросла на 619,1 тыс. руб. Если сравнивать производительность труда в отчетном году по сравнению с базисным, то следует отметить, что она возросла на 361,36 тыс. руб., что прежде всего обусловлено увеличением среднечасовой выработки.

Также, стоит сделать вывод о том, что среднегодовая выработка работника, занятого в производстве в 2018 году составила 2440,3 тыс. руб., что выше плановой на 137,27 тыс. руб., это обусловлено увеличением среднечасовой выработки, в результате чего производительность труда увеличилась на 180,48 тыс. руб.

**Таблица 3 - Факторный анализ производительности труда**

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.		Отклонение(+;-) 2018 г. от	
			план	факт	плана	2016 г.
Стоимость валовой продукции (по себестоимости), тыс. руб.	130 909	145 522	160 000	158 616	6616	83866
Среднегодовая численность работников, чел.	64	65	66	65	-1	1
в том числе: рабочих	47	47	48	47	-1	-
Удельный вес рабочих (УД) в общей численности работников предприятия	0,7	0,7	0,7	0,7	-	-
Отработано дней одним рабочим за год (Д)	265	261	257	261	-4	-4
Средняя продолжительность рабочего дня (П), час.	6,1	6,3	6,5	6,3	-0,6	0,2
Среднегодовая выработка работника, тыс. руб. (ГВ):	2045,5	2238,8	2303,03	2440,3	137,27	394,8
Среднегодовая выработка рабочего, тыс. руб.	2785,3	3096,2	3166,6	3374,8	208,2	589,5
Среднедневная выработка рабочего, руб.	10510,5	11862,8	12321,4	12930,3	608,9	2419,8
Среднечасовая выработка рабочего (ЧВ), руб.	1723,1	1882,9	1895,6	2052,4	156,8	329,4
Изменение годовой выработки рабочего за счет изменения, тыс. руб.:						
- доли рабочих в общей численности работников	$(УД_{ф(1)} - УД_{п(0)}) * Д_{п(0)} * П_{п(0)} * ЧВ_{п(0)}$				-	-
- количества отработанных дней рабочим	$УД_{ф(1)} * (Д_{ф(1)} - Д_{п(0)}) * П_{п(0)} * ЧВ_{п(0)}$				-3,45	-29,43
- продолжительности рабочего дня	$УД_{ф(1)} * Д_{ф(1)} * (П_{ф(1)} - П_{п(0)}) * ЧВ_{п(0)}$				-314,3	62,96
- среднечасовой выработки	$УД_{ф(1)} * Д_{ф(1)} * П_{ф(1)} * (ЧВ_{ф(1)} - ЧВ_{п(0)})$				180,48	361,36
Общее отклонение	-				-137,27	394,8

Отрицательно на ее уровень повлияло сокращение количества отработанных дней на 3,45 тыс. руб. и продолжительность рабочего дня, что снизило выработку на 314,3 тыс. руб. Если сравнивать производительность труда в отчетном году с базисным, то следует отметить, что она возросла на 394,8 тыс. руб., что связано с увеличением продолжительности рабочего дня.

Анализ использования трудовых ресурсов на предприятии, уровень производительности труда необходимо рассматривать в тесной связи с оплатой труда. С ростом производительности труда создаются реальные предпосылки для повышения уровня его оплаты, а средства на оплату труда нужно использовать таким образом, чтобы темпы роста производительности труда опережали темпы роста оплаты труда. Только при таких условиях создаются возможности для наращивания темпов расширенного воспроизводства. Рассмотрим состав и структуру фонда оплаты труда за анализируемый период в таблице 4.

**Таблица 4 - Состав и структура фонда оплаты труда**

Виды выплат из ФОТ	2016г.		2017г.		2018г.		Отклонение 2018 г. от 2016 г. (+;-)
	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	
Оплата по тарифным ставкам, окладам, сдельным расценкам	12250	64,68	13989	66,61	15769	67,6	3519
Премии за счет всех источников, включая вознаграждения по итогам работы за год	5225	27,59	5391	25,67	5667	24,3	442
Оплата отпусков	1465	7,73	1620	7,71	1889	8,1	424
Фонд оплаты труда - всего	18940	100,0	21000	100,0	23325	100,0	4385

Фонд оплаты труда в 2018 г. составил 23325 тыс. руб., что на 4385 тыс. руб. больше уровня 2016 г. Наибольший удельный вес в структуре фонда занимает оплата по тарифным ставкам, окладам и сдельным расценкам 67,6% или 15769 тыс. руб. Премия за счет всех источников, включая вознаграждения за всех источников, включая вознаграждения по итогам работы за год составила 24,3 % или 5667 тыс. руб. На выплату отпусков в 2018г. израсходовано 1889 тыс. руб. или 8,1 % от общего размера ФОТ.

Таким образом, далее целесообразно рассмотреть соотношение темпов роста производительности труда и его оплаты. Результаты проведенного анализа и исходные данные представлены в таблице 5.

**Таблица 5 - Соотношение темпов роста производительности труда и темпов роста его оплаты**

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Произведено валовой продукции в расчете на 1 работника, тыс. руб.	1167,9	2238,8	2440,3
Индекс производительности труда (цепной) (Лпт)	-	1,92	1,09
Среднегодовая заработная плата одного работника, тыс. руб.	295,93	323,07	358,84
Индекс средней заработной платы (цепной) (Лсз)	-	1,09	1,11
Коэффициент опережения (Лпт / Лсз)	-	1,76	0,98
Фонд оплаты труда, тыс. руб.	18940	21000	23325
Экономия (-), перерасход (+) по фонду оплаты труда, тыс. руб.	-	-159,9	420,27

Анализируя соотношение производительности труда и фонда заработной платы на предприятии, можно сделать вывод о том, что индекс изменения производительности труда в отчетном году на 9% выше данного показателя базисного года. Что касается индекса изменений по заработной плате, то индекс отчетного периода так же выше базисного года на 11%. В результате этих пропорций коэффициент опережения производительности труда над его оплатой в отчетном году стал меньше и составил 0,98.

И как следствие такой тенденции, на предприятии наблюдается перерасход средств на оплату труда который составил в 2018 г. 420,27 тыс. руб. Таким образом, можно отметить мало эффективную деятельность предприятия. В прошлом году наблюдалась обратная тенденция, экономия по фонду оплаты труда составила 159,9 тыс. руб.

Подводя итог, можно отметить, что эффективность деятельности предприятия может быть обеспечена лишь на базе высокопроизводительного и высокооплачиваемого труда, так как эффективность труда — единственный источник прироста объемов сельскохозяйственной продукции.

На современном этапе развития в условиях рыночной экономики обеспечение предприятий рабочей силой, эффективность их использования - важнейшее условие эффективного функционирования деятельности предприятия. Т.к. в процессе производства в качестве

экономического ресурса используется труд, следует отметить, что в общем комплексе проблем развития предприятия важное место занимают трудовые ресурсы. При всей важности материально-вещественных элементов производства они выступают решающим фактором повышения качества продукции и определяют эффективность всех сторон производственно-хозяйственной деятельности предприятия. Интенсивное использование трудовых ресурсов заключается в повышении эффективности живого труда на основе внедрения достижений научно-технического прогресса, совершенствования организации труда и производства и т. п., в том числе и за счет интенсификации труда.

Основными источниками резервов роста производительности труда являются:

- использование возможностей увеличения объема производства продукции;
- сокращение затрат труда на производство продукции за счет механизации и автоматизации производства, совершенствования организации, повышения уровня интенсивности труда и т.д.

Повышение производительности труда является очень важным фактором в обеспечении эффективности сельскохозяйственного производства. Поэтому поиск мероприятий, способных увеличить производительность труда на предприятии должен исходить из характера влияния на ее величину экстенсивных и интенсивных факторов.

- экстенсивный (по времени) – количество единиц оборудования, структура машин, коэффициент сменности, отработанное время (чел.-часы);

- интенсивный (по мощности) – показатели производства продукции на один машино-час или на 1 рубль, т. е. показатели производительности.

Резервы роста производительности труда в ООО «Козинское», можно рассчитать на основании данных таблицы 6.

**Таблица 6 - Расчет резервов роста производительности труда**

Показатели	2018 год	
	план	факт
1. Объем валового производства в ценах реализации, тыс. руб.	160 000	158 616
2. Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, чел.	66	65
3. Количество рабочих дней в году на работника	257	262
4. Средняя продолжительность рабочего дня, ч.	6,5	6,3
5. Производство валовой продукции:		
на работника, тыс. руб.	2424,24	2440,24
на 1 чел./день, руб.	266	262
на 1 чел./час, руб.	1662	1646
6. Резерв увеличения полезного времени за счет ликвидации целодневных потерь рабочего времени, чел./час.	*	2408
7. Резерв роста производительности труда на работника: руб.	*	51862
%	*	32,7

Из расчетов видно, что резерв увеличения полезного времени за счет ликвидации целодневных потерь рабочего времени составил 2408 чел./час. За счет рационального использования этого времени предприятие сможет получить дополнительно продукции в расчете на 1 работника в размере 51862 руб., что позволит повысить уровень производительности труда на 32,7 %.

В целом, можно сделать вывод, что для роста производительности труда и улучшения использования трудовых ресурсов в ООО «Козинское» необходимо осуществить комплекс мероприятий, при строгом контроле и анализе использования рабочего времени.

Немаловажное значение для оценки эффективности использования трудовых ресурсов на предприятии в условиях рыночной экономики имеет показатель рентабельности персонала (отношение прибыли от продажи продукции к среднегодовой численности работников, занятых в сельскохозяйственном производстве).

Поскольку прибыль зависит от рентабельности продаж ( $P_{рп}/V = P_{об}$ ), доли выручки в стоимости выпущенной продукции ( $V/ВП = УР$ ), среднегодовой выработки продукции одним работником в действующих ценах ( $ВП/ЧР = ГВ$ ), то факторная модель показателя будет иметь вид:

$$P_{рп}/ЧР = ВП/ЧР \times V/ВП \times P_{рп}/V = ГВ \times УР \times P_{об}.$$

Расчет влияния факторов на рентабельность персонала в ООО «Козинское» в 2018г. представлен в таблице 7.

**Таблица 7 - Эффективность использования персонала**

Показатели	2016г.	2018г.	Отклонение (+;-)
Произведено валовой продукции по себестоимости, тыс. руб.	130 909	158 616	27707
Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	89 328	137423	48095
Среднегодовая численность работников, занятых в сельскохозяйственном производстве, чел.	64	65	1
Среднегодовая выработка продукции одним работником, занятым в сельскохозяйственном производстве, тыс. руб.	2045,5	2440,3	394,8
Доля выручки в стоимости выпущенной продукции, %	68,23	86,63	18,4
Прибыль от продажи сельскохозяйственной продукции, тыс. руб.	12249	1311	-10 938
Рентабельность продаж, %	15,9	1,0	-14,9
Прибыль на одного работника, занятого в сельскохозяйственном производстве тыс. руб.	191,39	20,17	-171,22
Отклонение прибыли в расчете на одного работника (тыс. руб.), за счет изменения:			
- производительности труда	$\Delta ГВ \times УР0 \times P0$		72,32
- удельного веса реализованной продукции в общем объеме ее выпуска	$ГВ1 \times \Delta УР \times P0$		73,46
- рентабельности продаж	$ГВ1 \times УР1 \times \Delta P$		-317,00
Общее отклонение			-171,22

Анализ рентабельности персонала, занятого в сельском хозяйстве показал, что прибыль на одного работника, занятого в производстве в 2018 г. составила 20,17 тыс. руб., что выше уровня плана на 171,22 тыс. руб. Это увеличение непосредственно связано с увеличением рентабельности продаж, в результате чего прибыль в расчете на 1 работника снизилась на 317 тыс. руб., удельного веса реализованной продукции в общем объеме выпуска – на 73,46 тыс.руб. и за счет роста производительности труда прибыль на одного работника увеличилась на 72,32 тыс. руб. Данный анализ говорит о том, что предприятие имеет резервы по повышению эффективности производства.

Таким образом, большое влияние на рост производительности труда в организации оказывает эффективное использование трудовых ресурсов, которое является единственным источником прироста объемов сельскохозяйственной продукции.

#### Библиография

- 1.Краткий статистический сборник «Белгородская область в цифрах». Выпуск 2019г.
- 2.Наседкина Т.И. Управление денежными потоками для оценки платежеспособности организации / Т.И. Наседкина, Л.Н. Груздова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы 2018.- № 4 (20). -С.88- 92.
3. Черных А.И. Оценка эффективности деятельности сельскохозяйственных организаций / А.И. Черных, О.В. Гончаренко // Реальный сектор экономики: проблемы и перспективы развития» материалы Международной научно-практической конференции. Орел, 2019. – С. 57

#### References

- 1.The short statistical book "the Belgorod region in figures". Release 2019.

2. Nasedkina T. I. Management of cash flows to assess the solvency of the organization / T. I. Nasedkina, L. N. Gruzdova // *Innovations in agriculture: problems and prospects 2018.* - No. 4 (20). - Pp. 88-92.

3. Chernykh A. I. Evaluation of efficiency of agricultural organizations / A. I. Chernykh, O. V. Goncharenko // *Real sector of economy: problems and prospects of development* " materials of the International scientific and practical conference. Eagle, 2019. - P. 57

#### **Сведения об авторах**

Наседкина Татьяна Ивановна, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры бухгалтерского учета, анализа и финансов, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +74722 39-26-04, e-mail: t.nasedkina2012@yandex.ru

Груздова Людмила Николаевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и финансов, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +79192290996, e-mail: konf.econom@yandex.ru

#### **Information about authors**

Nasedkina Tatyana Ivanovna, doctor of economic Sciences, Professor of chair of accounting, analysis and Finance, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +74722 39-26-04, e-mail: t.nasedkina2012@yandex.ru

Gruzdova Lyudmila Nikolaevna, candidate of economic Sciences, associate Professor of chair of accounting, analysis and Finance, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, tel. +79192290996, e-mail: konf.econom@yandex.ru

УДК 338.436:338.27

*А.И. Черных, О.В. Гончаренко*

## ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ АГРАРНЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ФОРМИРОВАНИЙ НА ОСНОВЕ SWOT-АНАЛИЗА

**Аннотация.** За прошедшие десятилетия в агропромышленном комплексе произошли значительные изменения благодаря объединению различных видов экономических укладов в виде форм осуществления хозяйственной деятельности, собственности и организации производства. За счет указанных преобразований в экономике страны выделились такие формы хозяйствования, как интегрированные структуры. Общеизвестно, что на экономику сельского хозяйства и на деятельность хозяйствующих субъектов оказывают влияние различные факторы, как частная собственность на средства производства, немаловажное значение отводится также государственной поддержке сельского хозяйства, кроме того, нестабильный рынок, все это определяющие факторы, которые оказывают влияние на создание и развитие агрохолдингов страны. В настоящее время перед хозяйствующими субъектами, занятыми в сельском хозяйстве, остро стоит проблема повышения их финансовой устойчивости и платежеспособности, однако составной частью в данной связи, выступает проблема повышения эффективности деятельности субъектов в системе интегрированных агроформирований. В советские времена механизмы интеграции значительно различались по сравнению с современными формами и механизмами объединений. В современном обществе механизмы интеграции направлены на согласование интересов предприятий промышленности, сельского хозяйства и переработки. Кроме того, на интеграционные процессы, происходящие в сельском хозяйстве, оказывает влияние нестабильная экономическая и политическая ситуация в стране, политика налогообложения и комплекс законодательных и нормативных основ деятельности субъектов хозяйствования, которые требуют поддержки и доработки со стороны государства в пользу хозяйствующих субъектов. В статье представлены мотивы и движущие силы, определяющие интеграционные процессы в сельском хозяйстве, проанализирована деятельность крупнейших товаропроизводителей региона, проведена рейтинговая оценка их современного финансово-экономического состояния. С помощью методики SWOT- анализа обоснованы перспективы развития интегрированных формирований в регионе, что позволит определить дальнейший вклад этих структур в экономику региона.

**Ключевые слова:** экономика, производство, собственность, интегрированные формирования, эффективность.

### JUSTIFICATION OF PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF AGRARIAN INTEGRATED FORMATIONS ON THE BASIS OF THE SWOT-ANALYSIS

**Abstract.** Over the past decades, the agro-industrial complex has undergone significant changes due to the unification of different types of economic structures in the form of forms of economic activity, ownership and organization of production. Due to these transformations in the economy of the country, such forms of management as integrated structures have emerged. It is well known that the agricultural economy and the activities of economic entities are influenced by various factors, such as private ownership of the means of production, important importance is also given to state support for agriculture, in addition, the unstable market, all these are determining factors that affect the creation and development of agricultural holdings in the country. Currently, the economic entities engaged in agriculture are faced with the problem of increasing their financial stability and solvency, but an integral part in this connection is the problem of improving the efficiency of the entities in the system of integrated agricultural formations. In Soviet times, the mechanisms of integration differed significantly compared to modern forms and mechanisms of associations. In modern society, integration mechanisms are aimed at meeting the interests of industrial, agricultural and processing enterprises. In addition, the integration processes taking place in agriculture are influenced by the unstable economic and political situation in the country, the policy of taxation and a set of legislative and regulatory frameworks for the activities of economic entities, which require support and improvement by the state in favor of economic entities. The article presents the motives and driving forces that determine the integration processes in the agricultural sector, analyzes the activities of the largest producers of the region, a rating assessment of their current financial and economic condition. The prospects of development of integrated formations in the region, which will determine the further contribution of these structures to the economy of the region, are substantiated using the technique of SWOT analysis.

**Keywords:** economy, production, property, integrated formations, efficiency.

Агропромышленный комплекс страны в последние десятилетия значительно реформировался, в результате получила широкое распространение такая форма хозяйствования, как интегрированные структуры, которые развивается в новых условиях макроэкономики, где наиболее значимыми факторами выступают торговля, свободный рынок и частная собственность на средства производства.

Значительный приток капитала в агропромышленный комплекс страны благодаря объединению промышленных, сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, господдержка и новые условия существования интегрированных структур, вызвали значительный их рост и размеры производства. Все эти условия, налаживание производственно-экономических связей между предприятиями, оказывают положительное влияние на продовольственную безопасность страны, обеспечение стабильной работой и доходы населения.

На деятельность хозяйствующих субъектов оказывают влияние факторы, которые порождают нестабильное финансовое состояние большинства сельскохозяйственных организаций – процентные ставки банков, налоги, политическая ситуация в стране и др. Следовательно, совершенствование интеграционного взаимодействия между хозяйствующими субъектами, а также государственная поддержка оказывают благоприятное влияние на развитие агропромышленного комплекса и экономики страны в целом.

Как показывает многолетняя практика, в стабильных условиях существования находятся предприятия, которые вовлечены в интеграционное взаимодействие. Они в полной мере обеспечены всеми необходимыми ресурсами для ведения своей деятельности - сырьем, капиталом, средствами производства, имеют гарантированный сбыт продукции.

Но все же, отдельные вопросы, возникающие в процессе производства и межхозяйственных связей, остаются нерешенными, потому проблема повышения эффективности деятельности предприятий в составе агрохолдингов, по-прежнему набирает обороты и является актуальной.

С учетом запросов научно-технического прогресса, а также эффективного использования факторов производства, земельных, трудовых и материальных ресурсов с минимальными затратами, хозяйствующие субъекты в сфере обслуживания, сельского хозяйства и переработки объединились для достижения такого эффекта с целью дальнейшего наращивания агропромышленного производства. Это и определяет сущность и значение агропромышленной интеграции [6].

Кроме того, освоение новых видов производств, расширение ассортимента производимой продукции и рынков сбыта, с целью стабилизации доходов также выступает мотивом интеграции. В данном случае широкое применение получила смешанная интеграция, когда предприятия разнопрофильных производств, объединяются в один механизм хозяйствования [2].

На практике большое значение получила вертикальная интеграция, которая подразумевает объединение производств смежных отраслей, как правило, с учетом технологического цикла производства: производство сельскохозяйственной продукции, транспортировка, переработка и сбыт товаров. Таким образом, под управлением вертикальной интеграции стадии технологического процесса объединяются, что определяет выгоду указанных смежных отраслей.

Существует такое понятие, как интеграция собственности, когда управление осуществляется прямо и контрактная интеграция, где управление происходит косвенно.

При интеграции собственности происходит объединение собственности в результате реорганизации хозяйствующих субъектов или путем создания холдинга.

Агрохолдинги, это самая распространенная форма хозяйствования в сельском хозяйстве. Почти 50% товарной продукции в Российской Федерации приходится на долю крупных товаропроизводителей - агрохолдингов.

Необходимо отметить, что интегрированные структуры Белгородской области играют решающую роль в производстве сельскохозяйственной продукции [4].

С целью повышения агропромышленного производства и создана вертикальная интеграция собственности, где объединился капитал в сфере производства, переработки и сельского хозяйства. В свою очередь, благодаря контрактной интеграции, взаимодействие субъектов хозяйствования происходит в рамках договора, в соответствии с положениями которого, предприятия сохраняют свою организационную независимость, однако становятся экономически зависимыми.



Суть контрактной интеграции в процессе осуществления деятельности кроется в том, что холдинговая компания заключает договора непосредственно с товаропроизводителями продукции, а также с контрагентами закупающими продукцию у производителей. При этом, договор контрактации заключен до начала цикла производства продукции, в нем четко прописаны сроки поставок и цена на продукцию [7].

Обобщив информацию различных ученых-практиков в области агропромышленной интеграции, ее формах, мотивах и движущих силах, можно сказать, что в настоящее время учеными сформировались различные понятия. Мы в свою очередь, придерживаемся такого мнения, что предприятия, вовлеченные в интегрированные формирования, более прибыльны и стабильно функционируют в рыночных условиях.

Важнейшим мотивом интеграции в России в конце 20 в. явилось то, что многие субъекты хозяйствования столкнулись с кризисом – отсутствием финансов для ведения своей деятельности и недостаточной бюджетной поддержкой, поэтому многие из них находились в стадии банкротства, а благодаря возможностям интеграции, большая часть предприятий выжили и занимают лидирующие позиции, как в регионе, так и в стране [1].

С помощью интеграции, на предприятиях происходит согласованное развитие технологической цепочки, при этом для всех участников производства создаются равные экономические условия, а цель их одна, получение максимальной прибыли и, как следствие, повышение эффективности производства. Кроме прочего, агропромышленная интеграция открывает экономические преимущества в части роста производства, производительности труда, прибыли и других возможностей, это является целью корпоративной системы хозяйствования [3].

Необходимо отметить, что за всем этим, кроется также коммерческий интерес, интеграция достигается на основе коммерческого интереса, в частности интегратора-собственника, который выступает спонсором интеграции. И порой рыночные механизмы заменяются организационно-экономическими инструментами координации, а также создаются организационно-управленческие структуры жесткого типа.

Инвесторы предпочитают вкладывать свои инвестиции в процесс переработки и реализации продукции, так как многие придерживаются мнения, что вкладывать средства в сельское хозяйство рискованно, это более выгодно. Однако же, для перерабатывающей промышленности необходимо качественное сырье, именно производства сельскохозяйственной продукции. Следовательно, цепочка замыкается и возникает потребность устанавливать интеграционные связи, что и является следующим мотивом интеграции.

Благодаря объединению смежных производств формируются стабильные доходы хозяйствующих субъектов, а это также влечет обеспечение доходов в виде субсидий со стороны государства на поддержку бизнеса. Это так называемый «холдинговый бум», когда государство приветствует и всячески поддерживает развитие данной формы хозяйствования различными инвестициями и льготами.

Расходование инвестиций в крупных агроформированиях четко контролируется государством, соответственно, государство приветствует создание и развитие холдингов как на территории страны, так и региона, с целью контроля за их производственно-экономической деятельностью.

Для государства более выгодно, чтобы на виду были десятки крупных структур, чем сотни мелких предприятий. При этом, между властью и собственником учитываются интересы в части получения кредитов на развитие и расширение деятельности, а также скидки, льготы и прочее [8].

Итак, учитывая экономические интересы собственников, государства и других участников технологической цепочки, представим движущие силы агропромышленной интеграции, под которыми следует понимать влияние основных факторов на экономику сельского хозяйства:

- обеспечение продовольственной безопасности страны и выход отраслей агропромышленного производства из кризиса;
- равные экономические условия для ведения своей деятельности в отраслях АПК;

- повышение эффективности деятельности хозяйствующих субъектов;
- интерес инвестора-интегратора получать стабильную прибыль;
- налаживание связей между предпринимателями смежных отраслей с целью получения синергетического эффекта.

Один из главных мотивов слияния компаний – получение синергического эффекта (эффекта взаимодействия), возникающего благодаря комбинированию взаимодополняющих ресурсов.

Взаимодействуя между собой, участники интеграционного процесса получают от этого совместную выгоду, так называемый экономический эффект от результатов своего труда.

Мотивы интеграционного взаимодействия подразделяются на административные (управленческие) и рыночные. Получение субсидий, дотаций, финансовой помощи со стороны государства и других политических преимуществ, относится к административной форме интеграции. Что касается рыночных мотивов интеграции, то в данном случае ее цель заложена в получении прибыли всех участников технологической цепочки.

Процессы интеграции возникают не на пустом месте, а в том случае, если у инвестора имеется избыточный капитал, который он может вложить с целью получения выгоды. Кроме того, интеграция может являться следствием самоорганизации субъектов хозяйствования.

Изучив и обобщив результаты исследования, мы считаем, что движущие силы интеграции, в большей степени, обслуживают народнохозяйственные интересы. Холдинги в РФ создавались благодаря как государственным, так и частным структурам.

Анализ финансово-хозяйственной деятельности хозяйствующих субъектов показывает, что в 2018г. стоимость валовой продукции в государственных холдингах была выше, чем в негосударственных структурах почти в 1,5 раза, а площадь сельскохозяйственных угодий больше в 1,4 раза.

Соотношение между обслуживаемыми интересами может изменяться как в пользу государственных интересов, так и в пользу частных интересов, о чем свидетельствует информация о возможностях агропромышленной интеграции, под которыми мы понимаем вероятные социально-экономические последствия для общества и хозяйствующих субъектов:

1. Развитие сельскохозяйственного производства и обслуживающих предприятий;
2. Развитие сельских территорий и социальной инфраструктуры;
3. Повышение конкурентоспособности агробизнеса
4. Улучшение условий сбыта сельскохозяйственной продукции
5. Уменьшение транзакционных издержек
6. Своевременное внедрение новой техники и технологий
7. Уменьшение зависимости от погодно-климатических условий за счет пространственной диверсификации производственной деятельности
8. Получение эффекта от расширения сферы деятельности
9. Экономия на масштабе производства
10. Рационально и более равномерно использовать производственные ресурсы [5].

Агропромышленная интеграция сосредоточена в трех сферах:

1. взаимное сотрудничество между хозяйствующими субъектами, входящими в холдинговую группу;
2. тесное сотрудничество между государством и хозяйствующими субъектами;
3. взаимодействие между агрохолдингами и самостоятельно функционирующими хозяйствующими субъектами.

Главным управляющей структурой, конечно же, является государство, которое реализует аграрную политику в целях повышения продовольственной безопасности страны и роста благосостояния населения.

Немаловажная роль также отводится собственникам интегрированных структур, и это прописано в ФЗ «О развитии сельского хозяйства» в статье 16. Она гласит, что организации, а также союзы и ассоциации товаропроизводителей, производящие на территории страны более

чем 2/3 сельскохозяйственной продукции (работ и услуг), могут участвовать в формировании и реализации аграрной политики страны.

Ссылаясь на ФЗ «О развитии сельского хозяйства», необходимо отметить, что мотивы вертикальной интеграции кроются за коммерческими интересами собственников и государства. В частности, примером служит Белгородская область, где широкое распространение получила агропромышленная интеграция, и совпали интересы собственников-интеграторов и государства.

Учитывая опыт Белгородской области, за счет интеграции технологического процесса между предприятиями различных отраслей (производство продукции, переработка и сбыт), многие хозяйствующие субъекты вышли на новый уровень, значительно увеличив стоимость валовой, и, соответственно, товарной продукции, тем самым, повысив рентабельность производства и рентабельность продаж.

Изучив опыт Белгородской в части интеграционных процессов, можно сказать, что большинство предприятий региона входят в интегрированные структуры, которые специализируются, в основном, на производстве свинины и мяса птицы, что представлено в таблице 1.

**Таблица 1 – Анализ крупнейших товаропроизводителей сельскохозяйственной продукции в Белгородской области**

Виды продукции	2000г. (начальный этап)		2018г.	
	название организации	рыночная доля, %	название организации	рыночная доля, %
Зерновые культуры	АПП «Стойленская Нива»	11,7	ООО «Русагро-Инвест»	30,6
	ОАО «Эфирное»	8,9	ГК «Агро-Белогорье»	14,8
	ОАО «Белагрогаз»	7,3	ООО «Приосколье»	11,3
Сахарная свекла	ОАО «Белагрогаз»	9,1	ООО «Русагро-Инвест»	56,2
	АПП «Стойленская Нива»	8,7	ООО «Приосколье»	18,6
	ЗАО «Краснояружский сахарный завод»	6,8	ООО «МК Зеленая Долина»	5,4
Подсол-нечник	ОАО «Белагрогаз»	12,1	ООО «Русагро-Инвест»	22,8
	АПП «Стойленская Нива»	9,9	ГК Агро-Белогорье	17,9
	ОАО «Эфирное»	8,3	ГУП «Зерно-Белогорья»	6,8
Молоко	АПП «Стойленская Нива»	11,6	АО МК «Авида»	25,1
	ЗАО «Память Ленина»	6,8	ООО «МК Зеленая Долина»	9,5
	ОАО «Белагрогаз»	5,4	ГК Агро-Белогорье	7,9
Живая масса КРС	АПП «Стойленская Нива»	14,8	АО МК «Авида»	6,2
	ОАО «Эфирное»	9,6	ООО «Белгранкорм»	36,7
	ОАО «Белагрогаз»	7,7	ЗАО «Томаровский мясокомбинат»	17,4
Живая масса свиней	колхоз им. Фрунзе	48,6	ООО «Мираторг»	58,6
	ОАО «БЭЗРК»	25,9	ГК Агро-Белогорье	26,9
	СПК «Дружба им. Васильева»	10,3	ООО «Русагро-Инвест»	18,9
Птица	ОАО «БЭЗРК»	93,2	ООО «Приосколье»	64,2
	Агрофирма «Русь»	8,6	ООО «Белгранкорм»	42,9
	СПК «Томаровский»	0,2	ООО «Белая птица»	38,6
Яйца	ОАО «БЭЗРК»	32,0	ООО «Приосколье»	72,6
	АОЗТ «Северное»	24,9	ООО «Белая птица»	38,6
	Агрофирма «Русь»	22,6	ООО ПФ «Агрофирма «Русь»	6,3

Согласно которой, такие холдинги как, ООО «Приосколье», ООО «Белгранкорм», ГК Агро-Белогорье, ООО «Мираторг» и ООО «Русагро-Инвест» являются ведущими агропромышленными структурами региона, которые занимают лидирующие позиции на нескольких рынках сбыта сельскохозяйственной продукции. Данные холдинги занимают рыночную нишу в производстве товарной продукции в пределах 30-60%.

Анализируя более детально производство продукции в агрохолдингах в 2018г. можно сделать вывод, что при выращивании зерновых культур лидирующие позиции занимает ООО «Русагро-Инвест» - 30,6%, однако, в большей степени, предприятие специализируется на выращивании сахарной свеклы, рыночная доля товарной продукции составляет 56,2%. Рыночная доля в части выращивания подсолнечника данным холдингом составляет 22,%.

Что касается отрасли животноводства, то при производстве молока удерживает свои позиции АО МК «Авида» - 25,1%, а в производстве мяса КРС - ООО «Белгранкорм» (36,7%).

Как отмечалось ранее, агрохолдинги Белгородской области специализируются на отрасли птицеводства и свиноводства. Анализ производства отрасли свиноводства показал, что лидирующие позиции в производстве свинины занимает ООО «Мираторг» - 58,6-%, на втором месте ГК Агро-Белогорье – 26,9%.

В отрасли птицеводства рыночную долю при производстве мяса птицы удерживает ООО «Приосколье» - 64,2% и ООО «Белая птица» - 38,6%, а на производство яиц данными агроформированиями приходится 72,6% и 38,6% соответственно.

Значительный вклад в экономику сельского хозяйства вкладывает ведущее самостоятельно функционирующее предприятие СПК «Колхоз Горина». На протяжении десятка лет Кооператив занимает лидирующие позиции в производстве свинины.

В Кооперативе создано дочернее предприятие ООО «Мясокомбинат Бессоновский», который осуществляет переработку свинину и через сеть магазинов ТД «Горин продукт» осуществляет сбыт продукции высокого качества.

В текущих планах СПК «Колхоз имени Горина» организовать переработку и наладить сбыт молока и молочных продуктов.

Таким образом, следует отметить, что СПК «Колхоз имени Горина» в будущем опередит по масштабам производства крупнейшие агрохолдинги региона.

Однако, несмотря на множество преимуществ, которые дает агропромышленная интеграция, все же, перед хозяйствующими субъектами часто встает вопрос о повышении эффективности хозяйственной деятельности предприятий и способов ее измерения, т.е. перспектив развития интеграции в сельском хозяйстве. И это требует постоянного совершенствования.

Для повышения эффективности деятельности интегрированных формирований мы предлагаем применять методику матричного тестирования. Для тестирования были проанализированы экономические результаты деятельности крупнейших предприятий региона, которые специализируются на отрасли свиноводства. Отбор предприятий был произведен на основании структуры денежной выручки.

Методика матричного тестирования подразумевает собой расчет показателей включённых в матрицу, затем определение изменения их показателей в процентном отношении. В таблице 2 представим расчет эффективности производства свинины в агрохолдингах региона и произведем сравнение показателей текущего года с базисным.

Как показывают результаты расчетов в таблице 2, в 2018г. по сравнению с базисным годом все показатели производственно-экономической деятельности значительно возросли.

Так, наибольший среднесуточный прирост живой массы - 113% и 118% отмечен в ГК «Агро-Белгорорье» и ООО УХК «ПромАгро». Однако, наряду с увеличением продуктивности несколько выросла и себестоимость продукции, в частности, в вышеназванных предприятиях до 102% и 107%. При этом, наиболее заметный рост показателя – 122% наблюдается в ООО «Белгранкорм». Вместе с тем, наибольшее увеличение цен - 115% и 123% отмечается в ООО «Белгранкорм», а также в ГК «Мираторг». В итоге, сформировавшийся наибольший финансовый результат – 129% и 133% оказался в Агрохолдинге «Алексеевский» и ООО «Белгранкорм». Наибольший уровень рентабельности – 138% достигнут в ООО «Белгранкорм». Тем не менее, среднемесячная зарплата более быстрыми темпами увеличивается в Агрохолдинге «Алексеевский» и ООО «Русагро-Инвест».

SWOT- анализ – это метод стратегического планирования, используемый для оценки факторов и явлений, влияющих на проект или предприятие. Все факторы подразделяют на четыре категории: strengths (сильные стороны), weaknesses (слабые стороны), opportunities

(возможности) и threats (угрозы). Метод позволяет выявить внутренние и внешние факторы, способствующие или препятствующие достижению стратегических целей. Истинной задачей SWOT-анализа, как глубоко внутреннего инструмента компании, работающей на рынке с плотной конкуренцией, является выявление проблемных полей организации по сравнению с конкурентами в проекции возможностей и угроз внешней среды.

На макроуровне SWOT-анализ имеет весьма ограниченное использование. Между тем его применение представляется весьма результативным вследствие реальной возможности четко структурировать проблему, обозначать прорывные участки и приоритетные направления будущего развития агросистем.

SWOT- анализ позволяет определить, какие сильные стороны позволяют бороться с угрозами и использовать возможности внешней среды, а какие слабые стороны будут мешать делать это.

**Таблица 2 – Эффективность производства отрасли свиноводства в крупных агрохолдингах региона**

Показатели		Наименование агрохолдингов					
		ООО «Белгранкорм»	ГК «Мираторг-Белгород»	ООО ГК Агро-Белогорье	Агрохолдинг «Алексеевский»	ООО «Русагро-Инвест»	ООО УХК «ПромАгро»
Среднесуточный привес свиней, г	2017г.	446	573	529	681	602	489
	2018г.	454	586	596	724	583	580
	%	102	103	113	106	98	118
Себестоимость, руб./т	2017г.	43569	42658	50364	56978	43658	41597
	2018г.	49567	45678	53641	53647	36987	44326
	%	122	109	102	97	71	107
Цена реализации, руб./т	2017г.	65920	66515	68041	67364	68356	74308
	2018г.	75493	81513	73079	74354	75864	78201
	%	115	123	107	110	111	105
Прибыль (+), убыток (-) от реализации, руб./т	2017г.	8187	25163	17038	16658	22605	34359
	2018г.	10890	30702	19459	21488	18041	27121
	%	133	122	114	129	80	79
Рентабельность производства, %	2017г.	15,2	61,4	35,6	58,4	46,7	80,9
	2018г.	20,9	75,8	39,7	40,7	47,3	62,4
	%	138	123	112	70,0	101	77
Средне-сячная заработная плата, руб.	2017г.	39958	40720	47459	36240	41433	42170
	2018г.	42498	41703	49217	44284	47016	44388
	%	106,4	102,4	103,7	122,2	113,5	105,3

Следовательно, возможно применение SWOT-анализа для исследования, как отдельных агропромышленных формирований Белгородской области, так и самого явления агропромышленной интеграции в определенных границах места и времени.

Нами установлено, что наиболее высокий уровень интегрирования достигнут в отрасли свиноводства. Об этом можно судить по тому, что наибольшую долю в общем объеме производстве свинины занимают агропромышленные формирования. Среди интегрированных предприятий, специализирующихся на свиноводстве, один из самых высоких рейтингов имеет ООО «Белгородские гранулированные корма», входящее в состав белгородского агрохолдинга «БЭЗРК-Белгранкорм». Поэтому, чтобы оценить перспективы агропромышленной интеграции с позиции отдельно взятого агропромышленного формирования, мы подвергли SWOT-анализу именно ООО «Белгородские гранулированные корма».

Монографическое исследование деятельности ООО «Белгородские гранулированные корма», позволило установить следующее.

ООО «Белгородские гранулированные корма» является основным производителем растениеводческой и животноводческой продукции, а также продуктов переработки животноводческой продукции в холдинге. В составе ООО «Белгородские гранулированные корма» в Белгородской области насчитывается 14 филиалов, располагающихся в пяти административных районах. В 2018г. сумма выручки общества составила 23,6 млрд. руб., прибыль превысила 8,4 млрд. руб. Площадь обрабатываемой пашни – 62492 га. На долю продукции свиноводства и продуктов её переработки приходится свыше 20% выручки общества. В свою очередь ООО «Белгородские гранулированные корма» производит более 50% живой массы свиней в Белгородской области, это весомый показатель среди агрохолдингов.

Агрохолдинг «БЭЗРК-Белгранкорм» является участником ряда экономически значимых региональных программ, что позволяет получать субсидии на развитие комбикормового производства и отрасли свиноводства. Основным получателем кредитов в холдинге «БЭЗРК-Белгранкорм» является ОАО «БЭЗРК». Это обусловлено тремя причинами:

- 1) создание холдинга «БЭЗРК-Белгранкорм» начиналось с учреждения ОАО «БЭЗРК» и первые кредиты были получены именно им;
- 2) вполне логично, что предприятие, производящее комбикорма, осуществляет закуп сырья (главным образом – у ООО «Белгородские гранулированные корма»), прибегая при этом к банковскому кредиту;
- 3) ОАО «БЭЗРК» располагает значительными ликвидными средствами – комбикормовым заводом, который при заключении кредитного договора становится предметом залога.

Схема поступления кредитов и субсидий в ООО «Белгородские гранулированные корма» представлена на рис. 1.

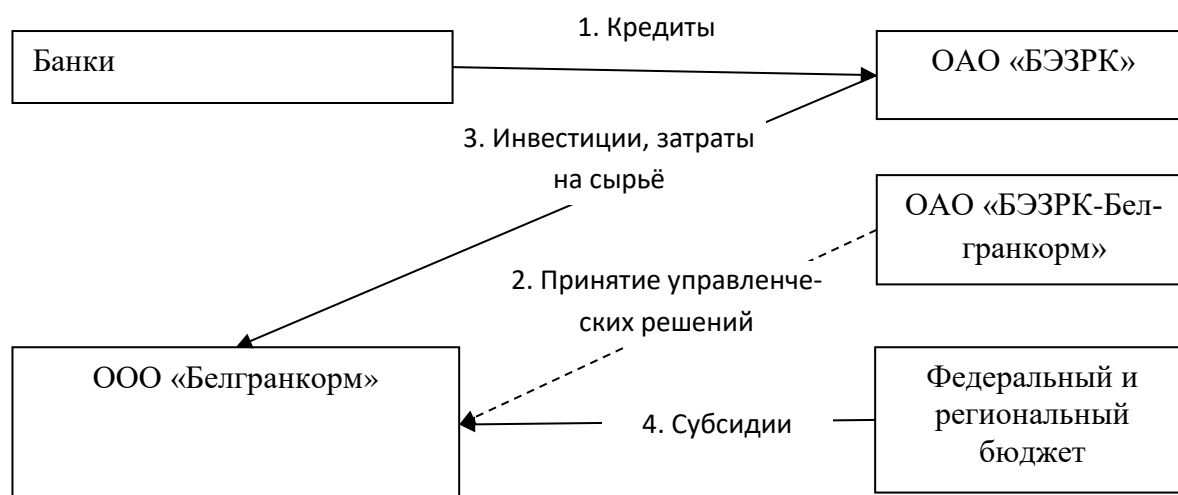


Рис. 1. Схема поступления кредитов в холдинговую группу «Белгранкорм»

Банки охотно предоставляют кредиты крупным успешным агропромышленным формированиям, поскольку в этом случае, во-первых, риск невозврата кредита минимален; во-вторых, несложно осуществлять сопровождение кредитного договора. Этот факт имеет и негативную сторону. Заемщик, располагающий практически неограниченным доступом к банковским кредитам подсознательно занижает требования при выборе инвестиционных программ и проектов и, в итоге, ухудшает показатели экономической и инвестиционной деятельности.

Следует отметить отрицательные последствия кредитования сельхозтоваропроизводителей, имеющих невысокую рентабельность производства. К таким последствиям принадлежит возросшая задолженность по взятым кредитам. Если в 2016г. она составляла 5,6% от стоимости активов сельхозорганизаций, то к 2018 г. по нашим оценкам, она может превысить 20%.

В таблице 3 приводятся данные об эффективности отрасли свиноводства в ООО «Белгородские гранулированные корма» и СПК «Колхоз имени Горина», который является лучшим в отрасли среди предприятий, не вошедших в интегрированные структуры. Сравнение выполнено по данным за 2017-2018гг. с учетом в СПК «Колхоз имени Горина» собственного перерабатывающего предприятия.

Таблица 3 – Экономические результаты отрасли свиноводства

Показатели	СПК «Колхоз имени Горина»		ООО «Белгранкорм»					
			Всего		в т.ч.			
	2017г.	2018г.			2017г.	2018г.	выращивание + переработка	
	2017г.	2018г.	2017г.	2018г.	2017г.	2018г.	2017г.	2018г.
Затраты на выращивание свиней, млн. руб.	394,6	440,0	532,4	553,2	532,6	553,2	-	-
Затраты на закупку свиней, млн. руб.	-	-	573,1	594,5	-	-	576,9	594,5
Затраты на убой и переработку, млн. руб.	-	-	54,3	58,5	26,4	27,2	29,3	31,2
Выручка от реализации, млн. руб.	492,4	563,5	1486,7*	1528,2*	698,6*	711,3*	799,3*	816,9*
Валовая прибыль – всего, млн. руб.	117,8	123,5	302,9	322,0	126,7	130,9	176,5	191,2
Валовая прибыль в расчете на 1 ц живой массы, тыс. руб.	1,02	1,1	1,3	1,5	1,2	1,3	1,4	1,6
Рентабельность, %	26,3	28,0	24,6	26,7	21,7	22,6	27,5	30,5

\* – от продажи мяса

Как свидетельствуют данные таблицы 3, различие между сравниваемыми предприятиями состоит, во-первых, в организационном устройстве; во-вторых, в степени замкнутости технологической цепи; в-третьих, в происхождении свиноголовья: перерабатывающие предприятия ООО «Белгородские гранулированные корма» работают как на собственном, так и покупном свиноголовье. Соотношение собственного и покупного свиноголовья в 2018г. составило примерно 50:50.

Контролируя большее число звеньев в цепочке создания добавленной стоимости, ООО «Белгородские гранулированные корма» извлекает большую прибыль в расчете на 1 ц живой массы свиней, чем СПК «Колхоз имени Горина». Однако рентабельность свиноводства в СПК «Колхоз имени Горина» (28,0%) оказалась более высокой, чем по комбинированному производству (выращивание + переработка) в ООО «Белгородские гранулированные корма» (22,6%). Причиной отставания рентабельности комбинированного производства ООО «Белгородские гранулированные корма» от рентабельности свиноводства СПК «Колхоз имени Горина» является высокая себестоимость выращивания свиней. В 2018г. в ООО «Белгородские гранулированные корма» она составила 5,43 тыс. руб./ц, что существенно выше, чем в СПК «Колхоз имени Горина» (3,97 тыс. руб./ц).

Таким образом, недостаточно высокая эффективность производственной деятельности в ООО «Белгородские гранулированные корма» не позволяет в полной мере воспользоваться преимуществами от удлинения цепочки создания добавленной стоимости.

С учетом выполненного монографического исследования, выявлен состав наиболее важных возможностей и угроз внешней среды, сильных и слабых сторон внутренней среды ООО «Белгородские гранулированные корма» (табл. 4), которые в большинстве своем следует рассматривать как типичные для современных агропромышленных формирований.

В таблице 5, представляющую собой перекрестную матрицу, показано, какие сильные стороны предприятия могут противодействовать внешним угрозам. Кроме того, показано, как слабые стороны могут затруднить использование возможностей внешней среды.

**Таблица 4 – Возможности и угрозы внешней среды, сильные и слабые стороны внутренней среды ООО «Белгранкорм»**

Возможности (В)	Угрозы (У)
Государственное субсидирование агропромышленного производства (В1); Платежеспособный спрос на высококачественное продовольствие (В2); Участие в экономически значимых региональных программах (В3); Банковское кредитование АПК (В4).	Увеличение импорта продовольствия, фактор ВТО (У1); Обострение конкуренции со стороны отечественных товаропроизводителей (У2); Рост цен на потребляемые ресурсы (У3); Ужесточение природоохранного законодательства (У4).
Сильные стороны (С)	Слабые стороны (СС)
Высокая обеспеченность производственными ресурсами (С1); Наличие залоговой базы (С2); Хорошая кредитная история (С3); Современные отработанные технологии (С4); Контроль большого числа звеньев цепочки создания добавленной стоимости (С5).	Проблемы с развитием других отраслей (СС1); Невысокие показатели эффективности производства (СС2); Проблемы с утилизацией отходов производства (СС3); Закредитованность (СС4).

В частности, такие сильные стороны, как высокая обеспеченность производственными ресурсами, современные отработанные технологии, которыми обладает ООО «Белгородские гранулированные корма», контроль большого числа звеньев цепочки создания добавленной стоимости, позволяют воспользоваться следующими возможностями внешней среды: государственное субсидирование, платежеспособный спрос на высококачественное продовольствие, участие в экономически значимых региональных программах.

При этом, невысокие показатели эффективности производства могут не позволить воспользоваться платежеспособным спросом на высококачественное продовольствие в условиях увеличения импорта продовольствия (фактор членства России в ВТО), обострения конкуренции со стороны отечественных товаропроизводителей и роста цен на потребляемые ресурсы.

Следовательно, несмотря на то, что ООО «Белгородские гранулированные корма» в составе агрохолдинга «БЭЗРК-Белгранкорм», находится в сфере региональных и федеральных государственных интересов и имеет несомненное стратегическое значение для выполнения государственных программ в сфере развития АПК, это общество подвергается значительному риску в связи с низким уровнем экономической эффективности производственной деятельности.

Не менее опасной угрозой служит значительная закредитованность агрохолдинга. Анализ годовых отчетов эмитента ОАО «БЭЗРК» показывает, что сделки с кредитными организациями по предоставлению поручительства ОАО «БЭЗРК» в пользу ООО «Белгородские гранулированные корма» только за 2018г. были заключены на сумму свыше 5,4 млрд. руб.

В новых макроэкономических условиях (после вступления России в ВТО) и старых условиях на рынках продовольственных товаров, где господствуют олигополистические торговые сети, это чревато серьезными экономическими потерями даже для крупных глубоко интегрированных агропромышленных формирований SWOT-анализ применительно к агропромышленной интеграции в условиях Белгородской области позволил установить следующие возможности и угроз внешней среды, сильные и слабые стороны внутренней среды (табл. 6).

Часть из них экстраполированы из SWOT- анализа, выполненного по ООО «Белгородские гранулированные корма», часть отражает общие присущие Белгородской области организационно-экономические условия [7].

Возможность контроля большого числа звеньев цепочки создания добавленной стоимости и многолетний положительный опыт развития агропромышленной интеграции позволяет активировать имеющиеся в регионе потенциальные объекты и субъекты интеграции.



**Таблица 5 - Стратегический SWOT-анализ экономического развития ООО «Белгранкорм»**

Матрица	Сильные стороны: Высокая обеспеченность производственными ресурсами (С1); Наличие залоговой базы (С2); Хорошая кредитная история (С3); Современные отработанные технологии (С4); Контроль большого числа звеньев цепочки создания добавленной стоимости (С5).	Слабые стороны: Проблемы с развитием других отраслей (СС1); Невысокие показатели эффективности производства (СС2); Проблемы с утилизацией отходов производства (СС3); Закредитованность (СС4).
Возможности, предоставляемые внешней средой: Государственное субсидирование (В1); Платежеспособный спрос на высококачественное продовольствие (В2); Участие в экономически значимых региональных программах (В3); Банковское кредитование АПК (В4).	С1, С4 и С5 позволяют воспользоваться В1, В2 и В3; С2 и С3 позволяют воспользоваться В4.	СС1 может помешать воспользоваться В1 и В3; СС2 может затруднить использовать В2; СС3 может затруднить использование В1.
Угрозы внешней среды: Увеличение импорта продовольствия, фактор ВТО (У1); Обострение конкуренции со стороны отечественных товаропроизводителей (У2); Рост цен на потребляемые ресурсы (У3); Ужесточение природоохранного законодательства (У4).	С1 позволит противостоять У2 и У3 С4 и С5 позволят противостоять У1 и У2.	СС2 может привести предприятие к тяжелому положению в случае У1, У2 и У3

Причем имеются возможности, как для обратной, так и для прямой вертикальной интеграции. Первые обусловлены наличием неплатежеспособных сельскохозяйственных предприятий, вторые – крупных и средних рентабельных сельхозорганизаций, стремящихся к контролю за сбытом своей продукции.

**Таблица 6 - Возможности и угроз внешней среды, сильные и слабые стороны внутренней среды агропромышленной интеграции в Белгородской области**

Возможности (В)	Угрозы (У)
Государственное субсидирование агропромышленного производства (В1); Платежеспособный спрос на высококачественное продовольствие (В2); Политическая поддержка крупно-товарного производства (В3); Банковское кредитование АПК (В4); Наличие в регионе потенциальных объектов и субъектов интеграции (В5).	Увеличение импорта продовольствия, фактор ВТО (У1); Обострение конкуренции со стороны крупных отечественных товаропроизводителей (У2); Рост цен на потребляемые ресурсы (У3); Ужесточение природоохранного законодательства (У4).
Сильные стороны (С)	Слабые стороны (СС)
Обеспеченность производственными ресурсами (С1); Наличие залоговой базы (С2); Хорошая кредитная история ряда агропромышленных формирований (С3); Современные отработанные технологии (С4); Контроль большого числа звеньев цепочки создания добавленной стоимости (С5); Многолетний опыт развития агропромышленной интеграции (С6).	Отсутствие научно обоснованной системы ведения хозяйственной деятельности (СС1); Невысокие показатели эффективности производства (СС2); Проблемы с утилизацией отходов свиноводства, птицеводства и переработки сахарной свеклы (СС3); Закредитованность агропромышленных формирований (СС4).

Все же основным направлением развития агропромышленной интеграции является повышение эффективности производственно-сбытовой деятельности на основе совершенствования внутрихозяйственных отношений. Следует констатировать, что научно-обоснованная система ведения хозяйственной деятельности отсутствует. Вопросы разграничения ответственности и полномочий между руководителями линейных подразделений и служб не отработаны. Имеются проблемы в реализации основных управленческих функций, включая планирование, организацию, стимулирование и контроль [8].

Таким образом, можно отметить, что по группе использованных показателей ООО «Белгранкорм» является наиболее эффективно функционирующим холдингом на территории области.

Проблема соотношения крупного и малого предпринимательства сопряжена с обоснованием концентрации производства, определения эффекта на масштабе. Они становятся вновь востребованными в кругу научных и практикующих экономистов. Тому есть несколько причин. Во-первых, реализация программно-целевого подхода к управлению сельским хозяйством, определила одно из направлений в аграрной политике – это развитие животноводства.

**Таблица 7 – Стратегия развития агропромышленной интеграции в Белгородской области на основе SWOT-анализа**

<p>Матрица</p>	<p><b>Сильные стороны:</b>                  Обеспеченность производственными ресурсами (С1);                  Наличие залоговой базы (С2);                  Хорошая кредитная история ряда агропромышленных формирований (С3);                  Современные отработанные технологии (С4);                  Контроль большого числа звеньев цепочки создания добавленной стоимости (С5);                  Многолетний опыт развития агропромышленной интеграции (С6).</p>	<p><b>Слабые стороны:</b>                  Отсутствие научно обоснованной системы ведения хозяйственной деятельности (СС1);                  Невысокие показатели эффективности производства (СС2);                  Проблемы с утилизацией отходов свиноводства, птицеводства и переработки сахарной свеклы (СС3);                  Закредитованность агропромышленных формирований (СС4).</p>
<p><b>Возможности, предоставляемые внешней средой:</b>                  Государственное субсидирование агропромышленного производства (В1);                  Платежеспособный спрос на высококачественное продовольствие (В2);                  Политическая поддержка крупнотоварного производства (В3);                  Банковское кредитование АПК (В4);                  Наличие в регионе потенциальных объектов и субъектов интеграции (В5).</p>	<p>С1, С4 и С5 позволяют воспользоваться В1, В2 и В3;                  С2 и С3 позволяют воспользоваться В4;                  С5 и С6 позволяют воспользоваться В5.</p>	<p>СС1 может помешать воспользоваться В2;                  СС2 может затруднить использовать В2 и В4;                  СС3 может уменьшить В3;                  СС4 может затруднить использовать В1, В4 и В5.</p>
<p><b>Угрозы внешней среды:</b>                  Увеличение импорта продовольствия, фактор ВТО (У1);                  Обострение конкуренции со стороны крупных отечественных товаропроизводителей (У2);                  Рост цен на потребляемые ресурсы (У3);                  Ужесточение природоохранного законодательства (У4).</p>	<p>С1 позволит противостоять У2 и У3                  С4 и С5 позволят противостоять У1, У2 и У3.</p>	<p>СС2 может привести агропромышленные формирования к тяжелому положению в случае У1, У2 и У3;                  СС3 может усилить последствия от У4</p>

В организационном плане эта отрасль включает как крупные животноводческие комплексы на промышленной основе, так и малые семейные формы. Во-вторых, в агропродовольственном секторе экономики все большую значимость приобретают интегрированные корпоративные структуры (группы компаний или холдинговые группы), в состав которых сельскохозяйственные предприятия. Их положение в холдинговых компаниях зависит от централизации функций по снабжению ресурсами и сбыту продукции, определению цен и финансового результата. Они могут быть с правом и без права юридического лица, существенно различаться по уровню специализации и другим показателям эффективности.

#### Библиография

1. Гончаренко О.В. Эффективность интегрированных формирований в аграрной сфере экономики // Диссертация кандидата экономических наук: 08.00.05 / Всероссийский научно-исследовательский институт организации производства, труда и управления в сельском хозяйстве. Москва, 2016.
2. Гончаренко О.В. Эффективность интегрированных формирований в аграрной сфере экономики / О.В. Гончаренко // автореферат дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.05 / Всероссийский научно-исследовательский институт организации производства, труда и управления в сельском хозяйстве. Москва, 2016
3. Здоровец Ю.И. Совершенствование экономических отношений в интегрированных формированиях холдингового типа / Ю.И. Здоровец // диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Всероссийский научно-исследовательский институт организации производства, труда и управления в сельском хозяйстве РАСХН. Москва, 2014
4. Гончаренко О.В., Здоровец Ю.И. Распределение сельскохозяйственных предприятий Белгородской области по категориям предпринимательства // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2016. № 1. С. 69.
5. Здоровец Ю.И., Гончаренко О.В. Интегрированные структуры Белгородской области в эффективном производстве свинины // Экономика и предпринимательство. 2015. № 12-2 (41-2). С. 305-308.
6. Ляпина В.С., Наседкина Т.И. Учет и контроль в системе управления затратами // В сборнике: Материалы международной научно-практической конкуренции. 2017. С. 105.
7. Наседкина Т.И. Методология аналитического обоснования развития сельского хозяйства на базе статистического мониторинга // Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Российская экономическая академия. Москва, 2011.
8. Наседкина Т.И. Особенности распределения накладных расходов в сельскохозяйственных организациях // В сборнике: Современная экономика: обеспечение продовольственной безопасности Сборник научных трудов VI Международной научно-практической конференции. 2019. С. 161-165.

#### References

1. Goncharenko O. V. Efficiency of integrated formations in the agrarian sphere of economy // Thesis of candidate of economic Sciences: 08.00.05 / all-Russian research Institute of production, labor and management in agriculture. Moscow, 2016.
2. Goncharenko O. V. Effectiveness of integrated formations in the agricultural sector of the economy / O. V. Goncharenko // abstract dis. ... candidate of economic Sciences: 08.00.05 / all-Russian research Institute of production, labor and management in agriculture. Moscow, 2016
3. Zdorovets Yu. I. Improvement of economic relations in integrated formations of holding type / Yu. I. Zdorovets // the dissertation on competition of a scientific degree of candidate of economic Sciences / all-Russian scientific-research Institute of organization of production, labor and management in agriculture RAAS. Moscow, 2014
4. Goncharenko O. V., Zdorovets Yu. I. Distribution of agricultural enterprises of the Belgorod region by categories of entrepreneurship // Economics, labor, management in agriculture. 2016. No. 1. Pp. 69.
5. Zdorovets Yu. I., Goncharenko O. V. Integrated structures of Belgorod region in efficient pork production // Economics and entrepreneurship. 2015. No. 12-2 (41-2). Pp. 305-308.
6. Lyapina V. S., Nasedkina T. I. Accounting and control in the cost management system // in the collection: Materials of international scientific and practical competition. 2017. Pp. 105.
7. Nasedkina T. I. Methodology of analytical substantiation of agricultural development on the basis of statistical monitoring // Dissertation for the degree of doctor of economic Sciences / Russian Academy of Economics. Moscow, 2011.
8. Nasedkina T. I. Features of overhead distribution in agricultural organizations // in the collection: Modern economy: food security Collection of scientific papers of the VI International scientific and practical conference. 2019. Pp. 161-165.

### **Сведения об авторах**

Черных Антонина Ивановна, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и финансов, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, т. +79040878030

Гончаренко Ольга Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа и финансов, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, т. +79205514285, e-mail: [olga.goncharenko.25@yandex.ru](mailto:olga.goncharenko.25@yandex.ru)

### **Information about authors**

Chernykh Antonina Ivanovna, candidate of economic Sciences, associate Professor of accounting, analysis and Finance, Belgorod state UNIVERSITY, Vavilova str., 1, may, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, t. +79040878030

Goncharenko Olga Viktorovna, candidate of economic Sciences, associate Professor of accounting, analysis and Finance, Belgorod state UNIVERSITY, Vavilova str., 1, may, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, t. +79205514285, e-mail: [olga.goncharenko.25@yandex.ru](mailto:olga.goncharenko.25@yandex.ru)

УДК 005.962.13:63

*Н.Ю. Яковенко, Г.И. Худобин*

## **ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ТРУДА ПЕРСОНАЛА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Аннотация.** В статье рассматривается разработка организационно-экономического механизма, направленного на повышение производительности труда. В экономике сельского хозяйства одна из ведущих проблем состоит в том, что организации сельского хозяйства не проявляют должного внимания к повышению интенсивности, результативности, производительности труда, что не позволяет повышать эффективность использования трудовых ресурсов, обеспечивать рост эффективности производственной деятельности в целом. Отсутствие навыков самостоятельного формирования системы стимулирования персонала привели к тому, что реальный размер оплаты труда в сельском хозяйстве снизился, снизилась и его производительность. Следствием неэффективного управления персоналом стало то, что квалифицированные работники в массовом порядке покидали сельскохозяйственную отрасль в пользу иных отраслей. Целью статьи является обоснование и разработка предложений по формированию и развитию организационно-экономического механизма управления производительностью труда персонала сельскохозяйственных предприятий. Указанный механизм направлен на повышение эффективности работы и заработной платы персонала предприятия. Здесь учитываются меры, мероприятия и факторы, не связанные с централизованным управлением со стороны государства. Под развитием организационно-экономического механизма повышения производительности труда работников понимается закономерное и целенаправленное изменение элементов организационного механизма, сопряженное с преобразованием их внутренних и внешних связей, в результате которого возникает новое качественное функциональное состояние механизма, обеспечивающее более высокий уровень производительности труда. В рыночных условиях хозяйствования трудовыми и производственными процессами необходимо управлять, используя организационно-административные, социально-психологические, экономические и рыночные методы. Это требует систематизации работы всех служб управления предприятием, реанимации отделов организации труда и заработной платы, технического нормирования труда.

**Ключевые слова:** управление персоналом, экономическая эффективность труда, сельское хозяйство, управление производительностью труда, подготовка кадров, использование трудовых ресурсов.

### **FORMATION AND DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISM OF LABOR PRODUCTIVITY MANAGEMENT OF AGRICULTURAL ENTERPRISE PERSONNEL**

**Abstract.** The article deals with the development of organizational and economic mechanism aimed at improving labor productivity. In the agricultural economy, one of the leading problems is that agricultural organizations do not pay due attention to increasing the intensity, efficiency and productivity of labor, which does not allow to increase the efficiency of the use of labor resources, to ensure the growth of the efficiency of production activities in General. The lack of skills and the formation of a system of incentives for personnel has led to the fact that the real amount of wages in agriculture has decreased, and its productivity has decreased. The consequence of inefficient personnel management was that skilled workers left the agricultural industry in large numbers in favor of other industries. The purpose of the article is to substantiate and develop proposals for the formation and development of the organizational and economic mechanism of labor productivity management of agricultural enterprises. This mechanism is aimed at improving the efficiency and wages of the company's personnel. It takes into account measures, activities and factors not related to centralized management by the state. Under the development of organizational and economic mechanism of increase of labor productivity of employees is understood as an irreversible logical and purposeful change elements of the institutional mechanism, coupled with the transformation of their internal and external relations, in which there is a new high-quality functional status mechanism, which provides a higher level of productivity. In the market conditions of management, labor and production processes must be managed using organizational and administrative, socio-psychological, economic and market methods. It requires systematization of work of all services of management of the enterprise, resuscitation of departments of the organization of work and a salary, technical regulation of work.

**Keywords:** personnel management, economic efficiency of labor, agriculture, labor productivity management, training, use of labor resources.

**Введение.** В экономике сельского хозяйства одна из ведущих проблем состоит в том, что организации сельского хозяйства не проявляют должного внимания к повышению интенсивности, результативности, производительности труда, что не позволяет повышать эффективность использования трудовых ресурсов, обеспечивать рост эффективности производственной деятельности в целом. Отсутствие научно обоснованной системы стимулирования персонала привело к тому, что реальный размер оплаты труда в сельском хозяйстве снизился,

что отрицательно повлияло на его производительность. Следствием неэффективного управления персоналом стало также то, что квалифицированные работники в массовом порядке покидали сельскохозяйственную отрасль в пользу иных отраслей.

Таким образом, существует актуальная потребность в формировании новых подходов к управлению эффективностью трудовой деятельности работников, эффективностью использования трудовых ресурсов. Имеется объективная необходимость в совершенствовании организационно-экономического механизма управления производительностью труда, который, по мнению ряда авторов, представляет собой систему взаимосвязанных элементов управления (цели, функции, принципы, методы, инструменты управления), посредством которых осуществляется организационное и экономическое воздействие на исполнителей работ в течение всего цикла производства продукции в целях достижения максимального уровня производительности труда [1, 4, 9].

Проблемы, связанные с повышением эффективности использования персонала, ограниченность подходов и потребность в решении практических задач, связанных с данной проблемой определили выбор темы исследования.

К числу ключевых вопросов, которые требуют своего решения, необходимо отнести вопрос повышения производительности трудовой деятельности работников сельскохозяйственной отрасли, эффективности использования трудовых ресурсов, оптимизации мотивации персонала.

Первостепенной задачей анализа использования трудовых ресурсов является выявление факторов и условий эффективности их использования [3, 7].

Эффективность осуществляемой персоналом деятельности оказывает определяющее влияние на эффективность осуществляемой предприятием деятельности. Проблема оценки эффективности деятельности персонала является весьма сложной. Для проведения данной оценки необходимо учитывать уровень и динамику различных параметров. Проблема состоит в том, что трудовая деятельность находится в тесной связи с присущими производственному процессу особенностями, результатами данного процесса. Помимо данного фактора, следует учитывать экономический уровень развития предприятия, и социальную структуру общества [3, 7, 8].

Эффективность рассматривается в качестве достижения тех или иных результатов. Существует значительное сходство между понятиями эффективности и результативности. Основным критерий эффективности состоит в том, насколько удовлетворяются конечные потребности общества, в первую очередь связанные с развитием человека как личности. Эффективность предстает в виде способности к выполнению работы, достижению требуемых или желаемых результатов с минимальными затратами усилий и минимальными временными затратами [7].

Показателями, характеризующими эффективное использование персонала, в первую очередь выступают себестоимость и конкурентоспособность продукции, которую выпускает предприятие. При этом следует отметить отсутствие единого подхода к оценке эффективности использования персонала. Существуют многообразные модели анализа, различия которых обусловлены предпочтениями их авторов.

Специалисты отмечают, что эффективность использования персонала на отечественных предприятиях слабо коррелирует с увеличением оплаты труда. В частности, она не оказывает значительного влияния в части снижения такого показателя, как текучесть кадров. Таким образом, существует необходимость выявления возможностей выработки нового подхода к повышению эффективности использования персонала [2, 4].

Зачастую понятия производительности и эффективности труда рассматриваются в качестве синонимов.

Эффективность рассматривается в качестве успешности, конкурентоспособности, результативности.

При этом понятие экономической эффективности продолжает оставаться не вполне определенным.

Экономическая эффективность рассматривается в качестве соотношения получаемых результатов производства (услуг, продукции, работ) и затрат на получение данных результатов, в том числе трудовых затрат [3, 6].

Анализ использования трудовых ресурсов должен быть в первую очередь ориентирован на выявление эффективности использования ключевой составляющей деятельности предприятия в виде трудовых ресурсов [7].

Потребность в оценке эффективности использования персонала обусловлена тем, что результаты подобной оценки используются для выработки мероприятий, ориентированных на то, чтобы повысить эффективность осуществляемой предприятием деятельности. На основе понимания возможностей работников, результатов использования трудового потенциала обеспечивается возможность своевременно принимать решения по поводу активизации неиспользуемых возможностей работников для решения задач, стоящих перед предприятием [1, 6].

Эффективность использования персонала определяющим образом влияет на прибыль, на объем производства, уровень затрат на производство, интенсивность использования оборудования.

Производительность труда – это основная характеристика, отражающая степень эффективности использования персонала.

Показатель, характеризующий производительность труда представляет собой один из ключевых показателей деятельности любого предприятия [9].

Состав основных задач исследования эффективности использования персонала определяется следующим образом:

- исследование обеспеченности предприятия, его подразделений персоналом с точки зрения качественных и количественных характеристик;

- оценка эффективности, интенсивности, экстенсивности использования персонала;

- определение резервов более эффективного и полного использования персонала.

К числу наиболее обобщающих показателей, характеризующих производительность труда, относится среднегодовая выработка продукции на одного работающего.

Факторами, определяющими величину данного показателя, является, наряду с выработкой рабочих, доля рабочих в составе производственного персонала, число дней, отработанных рабочими, и количество часов, составляющих один рабочий день [7].

Повышение эффективности трудовой деятельности работников позволяет повысить выпуск продукции и доходы предприятий. Следствием является рост выпуска и доходов на уровне страны в целом, т.е. экономический рост в его количественном представлении. Если возрастает выпуск и доходы в расчете на душу населения, происходит рост уровня жизни, рост потребления. В этой связи социально ориентированное государство рассматривает экономический рост как одну из наиболее значимых целей.

За счет формирования благоприятных условий трудовой деятельности, эффективного использования трудовых ресурсов обеспечивается повышение производительности труда. Рост эффективности трудовой деятельности обеспечивает рост объемов производимой продукции, оказываемых услуг, выполняемых работ, позволяет повышать оперативность производственного процесса, более эффективно использовать оборудование, снижать затраты.

Для того чтобы эффективно использовать трудовые ресурсы, необходимо развивать социально-трудовые отношения на разных уровнях. Так, на уровне предприятий сельского хозяйства средством для подобного развития являются коллективные договора и трудовые договора. На региональном уровне - территориальные соглашения, в рамках отрасли - тарифные соглашения, на уровне государства - законодательство, в т. ч. регламентирующее трудовые отношения.

Основные направления повышения эффективности использования рабочей силы связаны с оптимизацией организационной культуры, улучшением факторов социально-экономического и производственно-технического характера.

**Изложение основного материала исследований и их обсуждение.** Объектом исследования в представленной работе является ЗАО «Красноярская зерновая компания».

Прежде чем разработать систему управления эффективностью труда на изучаемом предприятии, необходимо провести анализ использования трудовых ресурсов ЗАО «Красноярская зерновая компания».

Люди, обладающие определенной подготовкой, образованием, мастерством, мотивацией трудовой деятельности, являются ключевой составляющей производительных сил, определяющим источником экономического развития. Трудовой потенциал персонала предприятий оказывает определяющее влияние на благосостояние граждан и конкурентоспособность экономики.

Динамика изменения численности и структуры персонала ЗАО «Красноярская зерновая компания» приведена в таблице 1.

**Таблица 1 – Общий состав и структура работников предприятия**

Категория работников	2016 г.		2017 г.		2018 г.		Отклонение 2018 г от 2016 г (+,-)
	чел.	%	чел.	%	чел.	%	
Всего работников	2170	100	2217	100	1871	100	-299
Работники, занятые в с.-х. производстве	1929	88,9	1937	87,4	1654	88,4	-275
в т. ч.: рабочие постоянные	1454	67,0	1506	67,9	1287	68,8	-167
из них трактористы-машинисты	563	25,9	469	21,2	422	22,6	-141
рабочие сезонные и временные	212	9,8	222	10,1	120	6,4	-92
служащие	263	12,1	209	9,4	247	13,2	-16
из них: руководители	19	0,9	18	0,8	17	0,9	-2
специалисты	244	11,2	191	8,6	230	12,3	-14

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что по всем категориям персонала произошло уменьшение численности работников.

Анализ трудовых ресурсов – один из основных разделов анализа работы предприятия. Использование трудовых ресурсов организации – целенаправленная деятельность руководящего состава организации, руководителей и специалистов подразделений системы управления трудовыми ресурсами, которая включает определение методов и принципиальных основ управления персоналом, формирование стратегии и концепции кадровой политики,

С учетом профиля анализируемого предприятия степень полноты использования персонала соотносится с сезонностью производственной деятельности. Таблица 2 демонстрирует структуру затрат труда в помесечном разрезе.

**Таблица 2 – Помесячная структура затрат труда (в 2018 году)**

Месяц	Отработано		
	всего, чел.- дн.	одним работником, дней	в % к итогу
Январь	22995	12,3	6,3
Февраль	24820	13,3	6,8
Март	26645	14,2	7,3
Апрель	27010	14,4	7,4
Май	33580	17,9	9,2
Июнь	33945	18,1	9,3
Июль	35405	18,9	9,7
Август	37595	20,1	10,3
Сентябрь	34675	18,5	9,5
Октябрь	33580	17,9	9,2
Ноябрь	28105	15,0	7,7
Декабрь	26645	14,2	7,3
Итого за год	365000	195	100

Анализ таблицы 2 показывает, что сезонность производства в организации еще достаточно высока.

Максимальные затраты труда имеют место в августе (10,3% от годовых затрат), а минимальные в январе – 6,3%. Среднемесячные затраты труда составляли 8,3%.



В целом можно проследить тенденцию к увеличению затрат труда во время весенних работ по подготовке почвы к посеву и во время уборки урожая, а также осенних полевых работ.

Производительность труда представляет собой один из показателей, на основе которого выявляется степень эффективности хозяйственной деятельности предприятия. Для ее расчета требуется соотнести результаты с затратами труда.

Рост производительности труда проявляется в увеличении количества продукции, выработанной в расчете на одного работника, в единицу времени или в экономии времени, затрачиваемого на единицу продукции. Динамика производительности труда в ЗАО «Красноярская зерновая компания» приведена в таблице 3.

**Таблица 3 – Динамика производительности труда**

Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2018 г. в % к 2016 г.
Валовая продукция – всего, тыс. руб.	3304183	3592867	3292117	99,6
в т.ч. на 1 работника	1522,7	1620,6	1759,5	115,6
на 1 чел.-час.	1,13	1,23	1,13	100,0
Произведено зерна – всего, ц	1684235	2482106	1645426	97,7
в.т.ч. на 1 чел.- час.	1,76	3,73	2,87	154,3
на 1 работника растениеводства	2173,20	3592,04	3035,84	139,7
Затраты труда на производство зерна – всего, чел.-час.	956000	666000	574000	60,0
в т.ч. на 1 ц зерна	0,57	0,27	0,35	61,4
на 1 га посева	28,51	14,40	11,5	38,6
Произведено подсолнечника – всего, ц	249403	207135	270867	108,6
в.т.ч. на 1 чел.- час.	0,56	1,26	1,73	308,9
на 1 работника растениеводства	321,81	229,76	499,75	155,3
Затраты труда на производстве подсолнечника – всего, чел.- час.	444000	165000	157000	35,4
в т.ч. на 1 ц подсолнечника	1,78	0,80	0,58	32,6
на 1 га посева	51,50	17,97	18,74	36,4

Данные таблицы 3 свидетельствуют, что производительность труда на производстве зерна значительно снизилась, а трудоемкость, соответственно возросла. Для производства зерна отчетный год был неблагоприятным.

Производительность труда на производстве подсолнечника, наоборот, значительно повысилась, а трудоемкость снизилась в отчетном году, по сравнению с базисным. На это повлияли благоприятные погодные условия и совершенствование технологии.

В целом по предприятию производство валовой продукции на 1 среднегодового работника и на 1 чел. ч. – растет, следовательно производительность труда повышается.

Полноту использования трудовых ресурсов можно оценить по количеству отработанных дней и часов одним работником за анализируемый период времени, а также по степени использования фонда

**Таблица 4 – Использование рабочего времени**

Показатель	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2018 г. в % к 2016 г.
Среднегодовая численность работников, чел.	2170	2217	1871	86,2
Отработано дней одним работником за год	168	165	195	116,1
Средняя продолжительность рабочего дня, ч	8,21	8,90	9,07	108,2
Общий фонд рабочего времени (ФРВ),чел.- час.	2993037,6	3255664,5	3309144,1	110,6

Следующим видом анализа эффективности использования персонала является анализ использования фонда рабочего времени. Для этого рассчитывается баланс использования рабочего времени на основании табелей учета рабочего времени всех структурных подразделений предприятия (таблица 5).

**Таблица 5 – Баланс использования рабочего времени за 2018 год**

Показатели	2018 г.
Среднесписочная численность, чел.	1871
Календарный фонд времени (количество дней в году (365) × среднесписочная численность)	682915
Максимально возможный фонд рабочего времени (отработано дней + отпуск по учебе + дни болезни + прочие неявки, разрешенные законом + потери рабочего времени)	398783
Всего отработано, чел.-дней	321812
Время, не использованное по уважительным причинам, чел.-дней	225361
в т. ч.: очередные отпуска	52388
отпуска по учебе	35599
дни болезни	41188
выходные и праздничные дни	96002
прочие неявки, разрешенные законом (донорские дни, государственные обязанности и т. д.)	184
Потери рабочего времени, чел.-дней	135742
в т.ч.: неявки с разрешения администрации	14548
целодневные простои	84278
внутридневные простои	36060
прогулы и нарушение дисциплины труда	856
Потери рабочего времени на одного работника, чел.-дн.	72,6
Коэффициент использования календарного времени	0,47
Доля отработанного времени в максимально возможном фонде, %	58,4

Анализ баланса рабочего времени ЗАО «Краснояржская зерновая компания» за 2018 г. показывает, что персонал предприятия используется не достаточно эффективно. Потери рабочего времени составляют 33%. Значительную долю потерь времени составляют целодневные и внутридневные простои. Эти простои, как правило, вызываются неблагоприятными погодными условиями во время проведения полевых работ, поломкой техники и другими факторами.

В ЗАО «Краснояржская зерновая компания» большая часть потерь рабочего времени вызвана субъективными факторами, такими как дополнительные отпуска с разрешения администрации, нарушение трудовой дисциплины и прогулы. Все это можно считать неиспользованными резервами увеличения фонда рабочего времени, а, следовательно, и повышения эффективности использования персонала предприятия.

Анализ использования трудовых ресурсов ЗАО «Краснояржская зерновая компания» показал, что персонал используется не достаточно эффективно. Производительность труда на предприятии нестабильна. Кроме того, имеет место нерациональное использование рабочего времени. Поэтому необходимо изыскивать резервы повышения производительности труда персонала, что будет способствовать более эффективному использованию кадрового потенциала организации.

Факторы, обуславливающие производительность труда в сельскохозяйственной отрасли, могут быть дифференцированы на ряд групп социально-экономического, природно-экономического, организационно-экономического и технико-технологического характера. При этом уровень производительности труда зависит от параметров трудового, человеческого потенциала.

На рисунке 1 представлены факторы, влияющие на производительность труда.

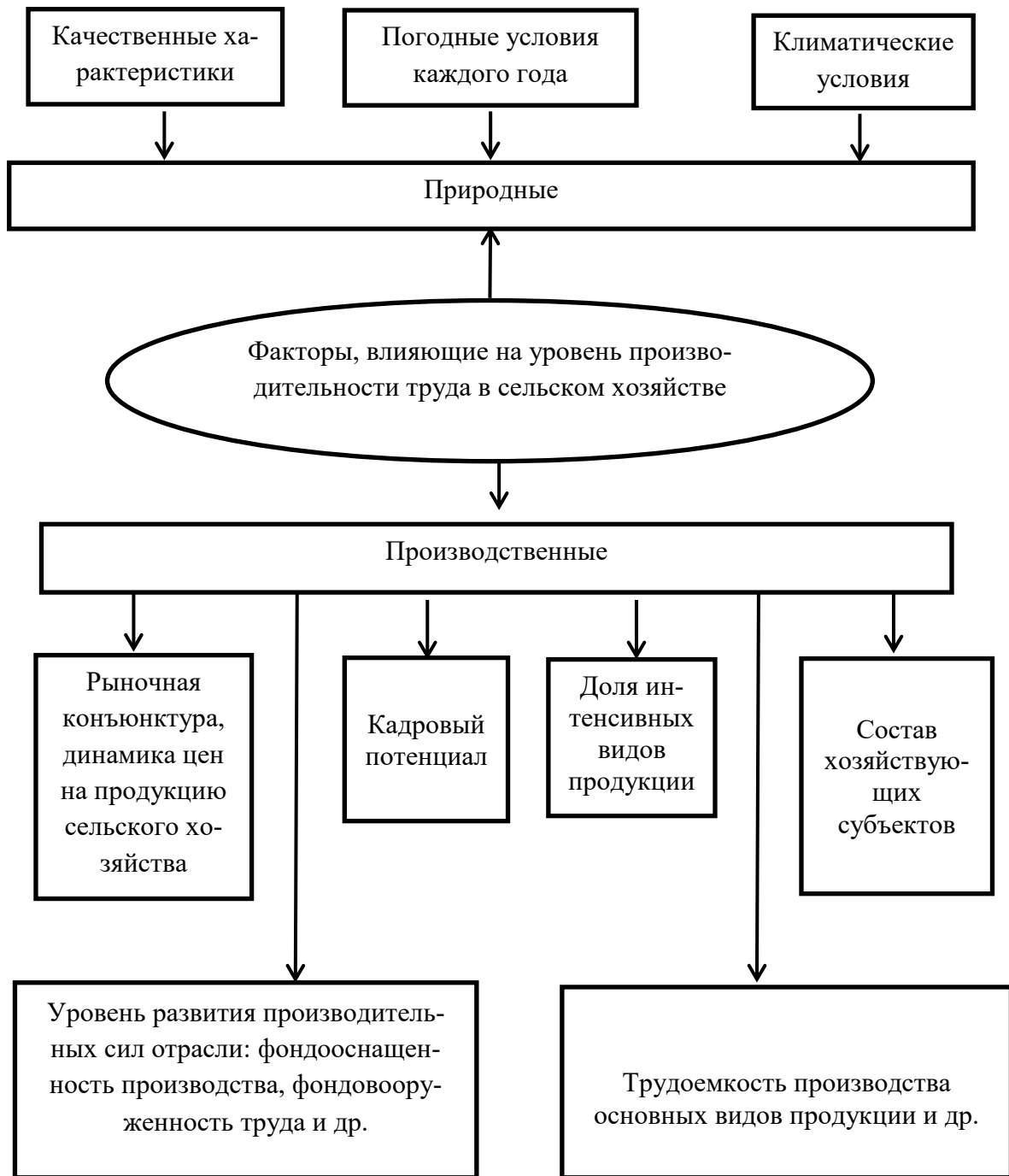


Рис. 1. Факторы роста производительности труда в ЗАО «Краснояружская зерновая компания»

В анализируемом предприятии уровень производительности труда зависит от разнообразных факторов, включая технологическое и техническое состояние, степень интенсивности труда, пережитки экстенсивного использования трудовых ресурсов.

Для управления производительностью труда необходимы тактическое и стратегическое планирование, внедрение системы, позволяющей повышать производительность труда, и эффективный контроль.

Управление производительностью труда является подсистемой системы управления организацией, частью управления экономикой и производством. В него входят планирование, регулирование, организация, контроль, руководство [8, 9].

Данный процесс основывается на том, как соотносится объем производства продукции с затратами на ее производство. Он характеризуется не меньшей значимостью в сравнении с иными осуществляемыми на предприятии процессами и функциями.

Проблема недополучения сельхозпредприятиями продукции может быть обусловлена нарушениями производственной технологии и низким качеством труда. Рост качества труда позволяет повышать качество продукции, и в конечном итоге – производительность трудовой деятельности.

Производительность труда представляет собой объект управления менеджеров. Менеджеры анализируемого предприятия должны планировать стратегические мероприятия в сфере управления производительностью труда.

Процесс планирования мероприятий, позволяющих повышать производительность труда, носит комплексный характер.

Рисунок 2 отражает этапы стратегического планирования управления производительностью труда на анализируемом предприятии.

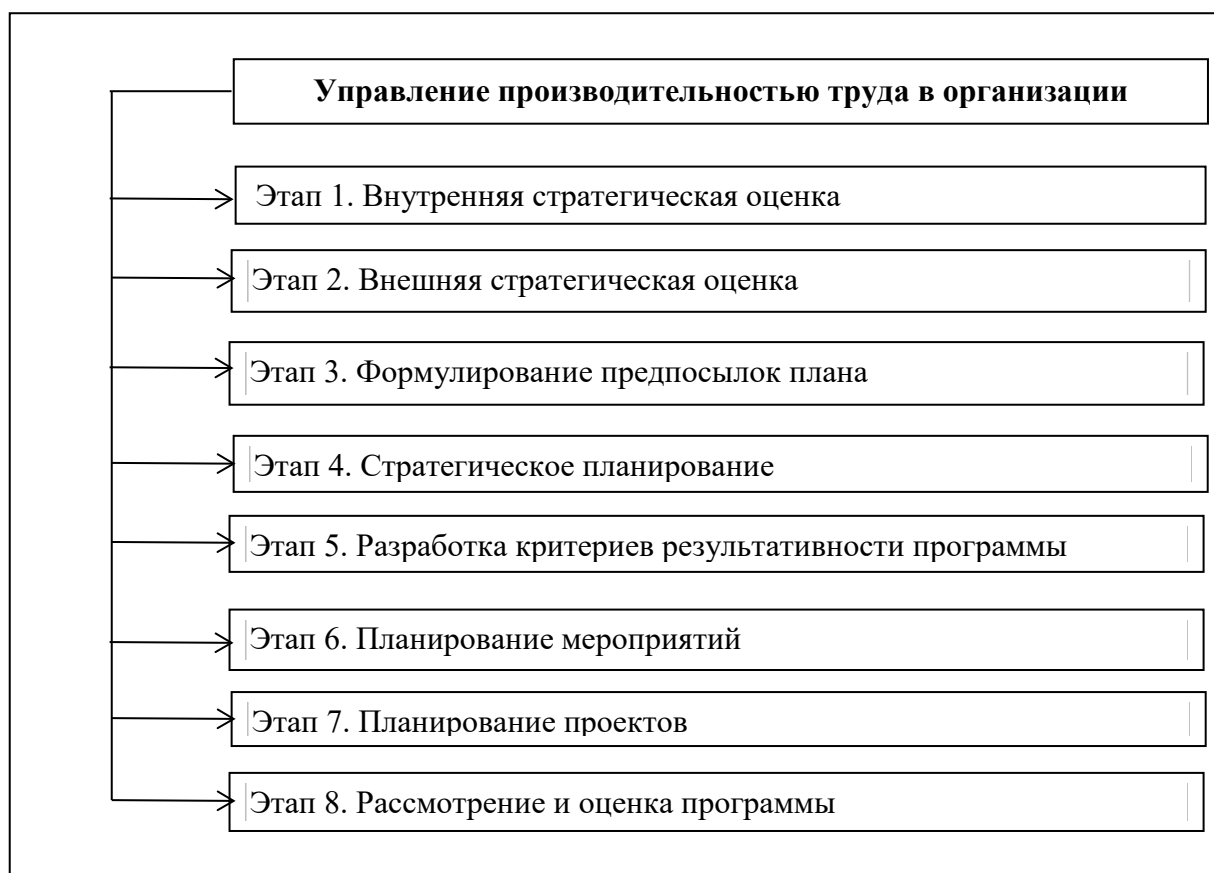


Рис. 2. Управление производительностью труда в ЗАО «Краснояржская зерновая компания»

В таблице 6 представлены основные этапы стратегического управления производительностью труда в ЗАО «Краснояржская зерновая компания».

Рост производительности труда обеспечивается за счет грамотного управления и воздействия на основные процессы, связанные с преобразованием условий организации трудовой деятельности, самой данной деятельности, управления ею.

Повышение производительности труда происходит в следующих случаях:

- производство продукции увеличивается при уменьшении затрат;
- производство продукции увеличивается при неизменности затрат;
- производство продукции увеличивается, но темпы роста затрат являются более низкими;
- производство продукции не изменяется, при снижении уровня затрат;

– происходит сокращение объема продукции, темпы снижения уровня затрат опережают темпы сокращения объема продукции.

**Таблица 6 – Содержание этапов стратегического управления эффективностью труда в ЗАО «Краснояржужская зерновая компания»**

Этап управления	Характеристика этапа
Этап 1. Внутренняя стратегическая оценка	Необходимо концентрировать усилия на внутренних аспектах организационной системы, применительно к которой производится разработка программы
Этап 2. Внешняя стратегическая оценка	Необходимо концентрировать усилия на внешних условиях деятельности системы, способных оказать влияние на создание программы
Этап 3. Формулирование предпосылок плана	Требуется концентрировать внимание на ключевых предпосылках плана - требуется выявлять предпосылки, являющиеся наиболее существенными, и далее составить рейтинг значимости
Этап 4. Стратегическое планирование	Необходимо согласовать цели, задачи программы управления производительностью трудовой деятельности. Необходимо выделять состав ключевых целей и задач, призванных обеспечить осуществление программы управления производительностью. Следует формулировать цели четко и кратко
Этап 5. Разработка критериев результативности программы	Необходимо произвести определение нормативов, критериев, на основе будут оцениваться результаты мероприятий в сфере управления производительностью
Этап 6. Планирование мероприятий	Следует сконцентрировать внимание на определении мероприятий, которые потребуют выделения ресурсов в следующем году для того, чтобы проектировать и разрабатывать программу управления производительностью. Необходимо определить состав мероприятий и программ, с выделением ресурсов на плановый период
Этап 7. Планирование проектов	Следует разработать проект с включением в него последовательности выполнения работ, оценкой функций исполнителей, затрат, анализом выгод и издержек
Этап 8. Рассмотрение и оценка программы	Цель состоит в интеграции результатов, которые представлены различными группами менеджеров

В основе системного подхода к управлению производительностью трудовой деятельности в анализируемом предприятии - два ключевых принципа - интеграция всех подсистем организации, ориентация на выпуск продукции.

Системный подход охватывает совокупность методов и приемов повышения производительности труда, сферы и организационные формы ее повышения.

В качестве одного из методов, используемых для того, чтобы повышать эффективность труда на анализируемом предприятии, выступает управление рациональным использованием рабочего времени, которое представляет собой ключевое условие трудовой деятельности, являющейся эффективной.

Режим рабочего времени представляет собой одно из средств повышения его эффективности.

За счет обоснованно выбранного режима рабочего времени обеспечивается поддержание высокого уровня работоспособности работников, сохранение здоровья работников, рациональное использование рабочего времени.

На анализируемом предприятии возможно выделение ряда причин, наличие которых снижает эффективность использования рабочего времени. Данные причины представлены в виде:

- высокая конфликтность в коллективе предприятия;
- недостаточно эффективная организация стратегического и оперативного управления;
- недостаточно обоснованное распределение обязанностей работников;
- низкий уровень эффективности коммуникаций на предприятии;
- высокая частота пропусков работы в связи с временной нетрудоспособностью;

- отсутствие эффективного планирования;
- несоблюдение трудовой, технологической, производственной дисциплины;
- низкий уровень организации питания;
- высокая частота возникновения технических неисправностей;
- значительный объем перерывов в работе;
- недостаточно четкие требования в отношении качественных и количественных характеристик работ;
- потребность в получении дополнительной информации от специалистов;
- отсутствие навыков делегирования полномочий.

На сегодняшний день существует необходимость в активном внедрении в деятельность анализируемого предприятия гибких графиков работ. Это обеспечит возможность учета индивидуальных интересов работников, исключения конфликта интересов, формирования благоприятной атмосферы в коллективе.

Для того, чтобы установить режим гибкого рабочего времени, необходимо, чтобы работодатель оформил соответствующий приказ.

Следствием роста удовлетворенности является рост производительности трудовой деятельности, более позитивное восприятие стоящих перед организацией целей.

Исследования мотивации свидетельствуют о значимости связи стимулов, удовлетворенности и производительности.

Ответственность за разработку программы повышения производительности труда должна лежать на специалистах службы управления персоналом анализируемой компании.

Представляется возможным со значительной долей вероятности отметить, что вопросы, связанные с трудовой мотивацией, являются значимыми для всех организаций, т.к. эффективность трудовой деятельности зависит от того, насколько высокой является мотивация работников. Для того, чтобы эффективно управлять работником, необходимо понимать его мотивацию.

Мотивационный потенциал представляет собой резерв обеспечения роста эффективности трудовой деятельности, эффективности производства. Существует тесная связь указанного потенциала и степени удовлетворенности ведущих мотивов работников. Для обеспечения роста трудовых усилий сотрудников необходимо осуществлять мероприятия, позволяющие повышать мотивацию к обеспечению роста производительности на основе удовлетворения потребностей персонала.

В этой связи предприятию необходимо производить стимулирующие выплаты, т.е. премии и надбавки, в соответствии с производительностью труда конкретных работников.

Если предприятие установит прозрачную и понятную персоналу системы выплат стимулирующего характера, это будет являться мотивационным фактором, оказывающим влияние на уровень производственной активности работников. Обеспечение понятности и прозрачности принципов, согласно которым распределяется вознаграждение за результаты труда, обеспечивается установление доверительных отношении работников и работодателей.

В том случае, если предприятие не в состоянии обеспечить создание нормальных условий труда, своевременно выплачивать зарплату работникам, оно утрачивает конкурентоспособность. В этой связи высокий уровень оплаты труда работников представляет собой надежное средство для управления мотивацией работников. Высокая оплата труда способствует повышению активности трудовой деятельности работников, т.е. повышать производительность труда работников.

Любой механизм управления подразумевает взаимодействие между субъектом и объектом посредством постановки целей, определения задач, выполнения определенных функций и реализации принципов. Однако для этого необходимо определить сущность самого понятия «управление эффективностью труда».

Управление эффективностью труда представляет собой системное, планомерно организованное воздействие с помощью взаимосвязанных организационно - экономических и социальных мер на процесс трудовой деятельности работников с целью воздействия на уровень

и динамику эффективности труда в зависимости от меняющихся социально-экономических и организационно-технических условий функционирования организации.

Цель управления эффективностью труда состоит в возможности организационно воздействовать на ее уровень. Механизм управления производительностью труда персонала предприятий представляет собой совокупность методов и приемов воздействия со стороны предприятия на его работников с целью эффективного направления их действий и использования имеющихся у них потенциальных способностей к труду [1, 9].

Управление производительностью труда заключается в создании условий, обеспечивающих ее рост, повышение производительности труда представляет собой процесс изменений в экономике, поэтому ими необходимо управлять путем генерации, мотивации и стимулирования.

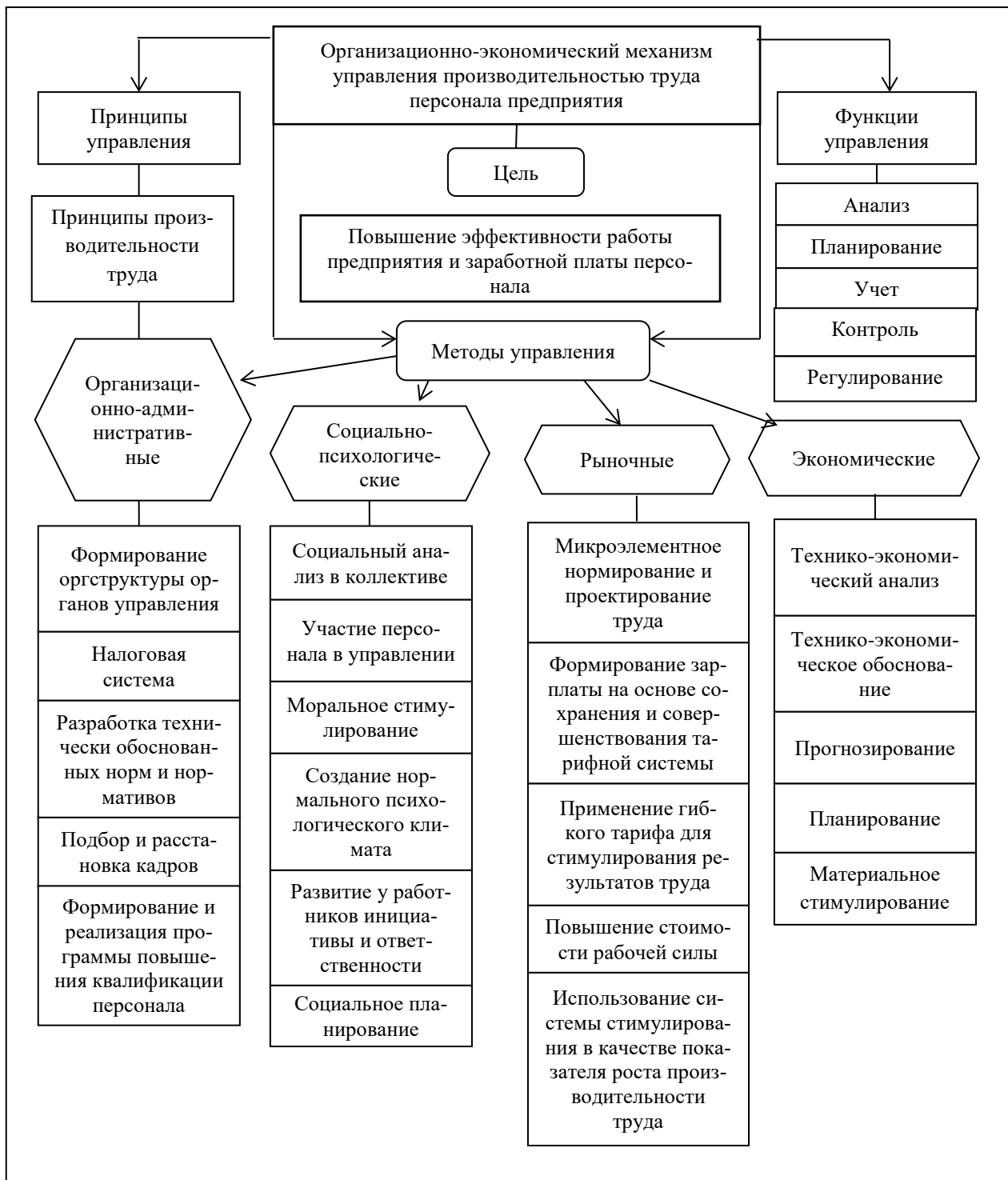
Целью статьи является обоснование и разработка предложений по формированию и развитию организационно-экономического механизма управления производительностью труда персонала аграрных предприятий. Указанный механизм направлен на повышение эффективности работы и заработной платы персонала предприятия. Здесь учитываются меры, мероприятия и факторы, не связанные с централизованным управлением со стороны государства. Предлагаемый механизм схематично представлен на рисунке. Поставленная цель достигается на основе принципов, функций и методов управления. В качестве принципов управления предлагается использовать обоснованные Г. Эмерсоном двенадцать принципов производительности труда. В качестве методов управления предложены: организационно-административные, экономические, социально-психологические и рыночные.

Под развитием организационно-экономического механизма повышения производительности труда работников понимается необратимое закономерное и целенаправленное изменение элементов организационного механизма, сопряженное с преобразованием их внутренних и внешних связей, в результате которого возникает новое качественное функциональное состояние механизма, обеспечивающее более высокий уровень производительности труда. На рисунке 3 показаны основные элементы и инструменты организационно-экономического механизма управления производительностью труда персонала. В состав организационно-административных методов включены: формирование организационной структуры органов управления, налоговая система, разработка технически обоснованных норм и нормативов, подбор и расстановка кадров, формирование и реализация программы повышения квалификации персонала предприятий. Экономические методы управления включают: технико-экономический анализ, технико-экономическое обоснование, планирование, прогнозирование, материальное стимулирование. К социально-психологическим методам управления рекомендуется отнести: социальный анализ в коллективе предприятия, социальное планирование, участие персонала в управлении, социальное развитие коллектива, моральное стимулирование, создание нормального психологического климата, развитие у работников инициативы и ответственности.

К рыночным методам управления целесообразно отнести такие, как микроэлементное нормирование и проектирование труда; формирование заработной платы на основе сохранения и совершенствования тарифной системы; применение «гибкого» тарифа для стимулирования индивидуальных количественных и качественных результатов труда (вертикально-горизонтальное построение тарифной системы); использование системы стимулирования в качестве показателя роста производительности труда в натуральном выражении; повышение стоимости рабочей силы.

Все указанные методы управления находятся в определенной зависимости и взаимообусловленности, поэтому их следует рассматривать как систему методов.

Инструментами управления выступают три программы: повышения производительности труда, квалификации персонала предприятия и социального развития коллектива предприятия.



**Рис. 3. Основные элементы и инструменты организационно-экономического механизма управления производительностью труда персонала предприятий**

Важным элементом в механизме управления производительностью труда персонала предприятий является экономико-математическое моделирование темпов роста производительности труда и средней заработной платы персонала предприятий, направленное на достижение оптимального соотношения между ними и устойчивый рост производительности труда.

**Выводы.** В современных условиях хозяйствования необходимо управлять трудовыми и производственными процессами, используя комплекс организационно-административных, социально-психологических, экономических и рыночных методов. Это требует совершенствования работы всех служб управления предприятием, реанимации отделов организации труда и заработной платы, технического нормирования труда.



Применение предложенного организационно-экономического механизма управления производительностью труда персонала предприятий позволит научно обоснованно подойти к решению задачи повышения производительности труда и эффективности производства в целом с учетом специфики рыночных отношений и соблюдения принципов оплаты по труду и социальной справедливости.

Все рассмотренные мероприятия по повышению эффективности использования персонала должны исследоваться в ходе аналитической работы на предприятии для выявления их значимости и влияния работу предприятия.

#### Библиография

1. Аничин В.Л. Организационно-экономический механизм управления производительностью труда персонала / Аничин В.Л., Дьяков Ф.А. // Материалы национальной научно-производственной конференции (26 мая 2016 года): – Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016. – С. 87-89.
2. Ващейкина Ю.Ю. Управление адаптацией персонала в организации / Ю.Ю. Ващейкина // Сборник статей Международной научно-практической конференции в 4 ч. – Уфа, 2017. – С. 56-59
3. Затонская С.С. Математические методы в оценке эффективности использования трудовых ресурсов на предприятиях АПК / С.С. Затонская, И.В. Затонская // Инновационная наука. – 2016. – №3. – С. 96-98.
4. Конорев А.М. Эффективность использования трудовых ресурсов в аграрном секторе экономики Курской области / А.М. Конорев, В.С. Кривошлыков, Н.В. Жахов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – №4.
5. Нежелченко Е.В. Формирование организационно-экономического механизма технической модернизации сельского хозяйства в регионе: Монография / Е.В. Нежелченко, А.И. Добрунова, Н.Ю. Яковенко и др. – Белгород: Изд-во Белгородский ГАУ им.В.Я. Горина, 2015.
6. Панфилов А.И. Пути повышения эффективности управления персоналом на предприятии / А.И. Панфилов, Р.А. Абдуллаев // Инновационная наука. 2016. – №4-1 (16). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-povysheniya-effektivnosti-upravleniya-personalom-na-predpriyatii> (дата обращения: 12.06.2018).
7. Формирование и развитие системы управления персоналом организации (на примере ООО «Белгранкорм» Ракитянского района Белгородской области): М / Г.И. Худобина и др.; / Под общ. ред. А.И. Добруновой. – Белгород: Изд-во Белгородский ГАУ, 2017. – 363 с.
8. Худобина Г.И. Управление формированием и развитием кадрового потенциала в АПК Белгородской области / Г.И. Худобина // Материалы V международной научно-практической конференции. – Прага, Чешская республика: Изд-во WORLD PRESS s r.o., 2014. – С. 120-123.
9. Яковенко Н.Ю. Формирование системы управления эффективностью труда в сельском хозяйстве / Н.Ю. Яковенко, Г.И. Худобина, М.Г. Метелева // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2018. – №3(19). – С.70-82.

#### References

1. Anichin V. L. Organizational and economic mechanism of improvement of productivity of personnel // Anichin V. L., Dyakov F. A. // Proceedings of the national scientific and production conference (may 26, 2016): - may: Publishing HOUSE of Belgorod state UNIVERSITY, 2016. Pp. 87-89.
2. Vasenina Yu Yu Managing personnel adaptation in the organization / Yu Yu Vasenina // Collection of articles of International scientific-practical conference in 4 hours – Ufa, 2017. - Pp. 56-59
3. Zatonskaya S. S. Mathematical methods in assessing the efficiency of labor resources use at agricultural enterprises / S. S. Zatonskaya, I. V. Zatonskaya // Innovative science. - 2016. - No. 3. Pp. 96-98.
4. Konorev A.M. Efficiency of labor resources use in the agricultural sector of the Kursk region / A.M. Konorev, V. S. Krivoshlykov, N. V. Zhakhov // Bulletin of the Kursk state agricultural Academy. - 2016. - No. 4.
5. Nezhelchenko E. V. Formation of organizational and economic mechanism of technical modernization of agriculture in the region: Monograph / E. V. Nezhelchenko, A. I. Dobrunova, N. Yu. Yako-Venko et al. - Belgorod: Publishing house Belgorod state UNIVERSITY. V. Y. Gorina, 2015.
6. Panfilov A. I. Ways to improve the efficiency of personnel management at the enterprise / A. I. Panfilov, R. A. Abdullayev // Innovative science. 2016. - No. 4-1 (16). – Mode of access: <https://cyberleninka.ru/article/n/puti-povysheniya-effektivnosti-upravleniya-personalom-na-predpriyatii> (date accessed: 12.06.2019).
7. Formation and development of the personnel management system of the organization (on the example of LLC "Belgrankorm" Rakityansky district of Belgorod region): M / G. I. Khudobina et al.; / Under the General ed. – Belgorod: publishing house of Belgorod state agricultural UNIVERSITY, 2017. - 363 p.
8. Khudobina G. I. Management of formation and development of personnel potential in agroindustrial complex of Belgorod region / G. I. Khudobina // Proceedings of the V international scientific and practical conference. - Prague, Czech Republic: world PRESS s r.o., 2014. Pp. 120-123.
9. Yakovenko N. Yu. Formation of the labor efficiency management system in agriculture / N. Yu. Yakovenko, G. I. Khudobina, M. G. Meteleva // Innovations in agriculture: problems and prospects. - 2018. - No. 3(19). - Pp. 70-82.

**Сведение об авторах**

Яковенко Наталья Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: [nata.jackovencko2010@yandex.ru](mailto:nata.jackovencko2010@yandex.ru)

Худобина Галина Ивановна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и экономики АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: [galja4561@mail.ru](mailto:galja4561@mail.ru)

**Information about authors**

Yakovenko Natalya Yurevna, candidate of economic Sciences, associate Professor of the Department of economic theory and and Economics АПК, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: [nata.jackovencko2010@yandex.ru](mailto:nata.jackovencko2010@yandex.ru)

Hudobina Galina Ivanovna, candidate of economic Sciences, associate Professor economic theory and Economics АПК, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: [galja4561@mail.ru](mailto:galja4561@mail.ru)

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

УДК 633.11«324»:631.84:631.559

*А.В. Акинчин, С.А. Линков, А.Ф. Самойлова*

### ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ ПОДКОРМОК НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

**Аннотация.** В нашем опыте на варианте без азотных подкормок пшеница сформировала урожай на уровне 5,0 т/га. Применение азотных подкормок приводило к значительному повышению данного показателя. Максимальная урожайность данной культуры была сформирована на варианте с применением полного минерального удобрения с осени и проведения весенней азотной подкормки КАС. Внесение различных форм азотных удобрений оказывало положительное влияние на количество продуктивных стеблей и практически не влияло на высоту стебля, длину колоса, количество зерен и массу тысячи семян. На контрольном варианте этот показатель был равен 7,7 %, а на варианте с минеральными удобрениями 9,3. Применение азотных подкормок также способствовало дальнейшему росту этого показателя за исключением варианта где в качестве подкормки применяли сульфат аммония. На этом варианте зафиксировано снижение содержания белка по сравнению с контрольным вариантом. Экономическая оценка возделывания озимой пшеницы с применением минеральных удобрений в основном внесение и подкормку в целом показывает достаточно высокий уровень рентабельности. В среднем по опыту данный показатель варьировал в пределах 62-64%. Наибольший экономический эффект получен при применении в подкормку КАС, в то время как на варианте с мочевиной рентабельность была минимальной и составила 57,6%.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, структура урожая, подкормка, азотные удобрения, экономическая эффективность.

### EFFECT OF NITROGEN FERTILIZING ON THE YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT

**Annotation.** Nitrogen fertilizers have the greatest influence on the value of the winter wheat crop, as well as on its quality indicators. In our experience, in the variant without nitrogen feedings, wheat formed a harvest at the level of 5,0 t / ha. the use of nitrogen feedings led to a significant increase in this indicator. The maximum yield of this crop was formed on the variant with the use of full mineral fertilizer from the autumn and the spring nitrogen fertilization of CAS. The content of potassium and phosphorus in barley grain did not depend on fertilizing. Mineral fertilizers introduced in autumn had a positive effect on the accumulation of protein in the grain. In the control version, this figure was equal to 7,7 %, and in the version with mineral fertilizers 9,3. The use of nitrogen feedings also contributed to the further growth of this indicator except for the variant where ammonium sulfate was used as a top dressing. This variant showed a decrease in protein content compared to the control variant. Economic assessment of winter wheat cultivation with the use of mineral fertilizers in the main application and top dressing in General shows a fairly high level of profitability. On average, this indicator varied in the range of 62-64%. The greatest economic effect was obtained when applied to the feeding of CAS, while the option with urea profitability was minimal and amounted to 57,6%.

**Key words:** winter wheat, crop structure, top dressing, nitrogen fertilizers, economic efficiency.

В структуре сельскохозяйственного производства ведущее место принадлежит озимой пшенице как одной из наиболее известных древнейших зерновых культур, возделываемых в мире.

В нынешних условиях производства растениеводческой продукции оптимизация и рационализация применения удобрительных средств является основополагающим фактором увеличения урожайности культур, его качества и сохранения почвенного плодородия. Необоснованное внесение минеральных удобрений без определения потребности растений в элементах питания привели к отрицательным значениям баланс питательных элементов и в конечном итоге к увеличению выноса основных элементов питания из почвы [1, 2, 3, 4,8].

Урожайность озимой пшеницы в зоне неустойчивого увлажнения только на 30-40 % зависит от складывающихся погодных условий, а все остальное приходится на множественные агротехнические приемы, среди которых особое место принадлежит минеральным удобрениям. Удобрения являются одним из основных условий повышения урожайности и улучшения качества зерна озимой пшеницы. Внесение минеральных удобрений способствует увеличению продуктивного стеблестоя у всех сортов озимой пшеницы по всем предшественникам и во все фазы роста и развития растений[4,5,6,7,9].

Азот очень важный элемент в питании озимой пшеницы. Он способствует формированию вегетативной массы и повышает содержание белка в зерне. При недостатке азота в почве, растения хуже развиваются, ослабевает процесс кушения, листья желтеют и отмирают. Особенно большая потребность в азоте бывает у озимой пшеницы рано весной после возобновления вегетации.

При составлении системы удобрения под рассматриваемую культуру, особые сложности возникают в обеспечении растений азотом. Это связано как со свойствами этого элемента, так и с формами удобрений с которыми его вносят.

Основное внесение азота имеет не высокую эффективность, и она снижается с увеличением дозы.

В связи с этим важное значения имеют подкормки азотными удобрениями в ранневесенний период для формирования высоких урожаев. Для изучения влияния различных азотных удобрений применяемых в качестве ранневесенних подкормок на озимой пшенице в 2017 году в ООО "Заречье" был заложен опыт.

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль (без удобрений)
2. N<sub>20</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub> (основное внесение)
3. N<sub>20</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub> (основное) + подкормка (аммиачная селитра)
4. N<sub>20</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub> (основное) + подкормка (сульфат аммония)
5. N<sub>20</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub> (основное) + подкормка (мочевина)
6. N<sub>20</sub>P<sub>52</sub>K<sub>52</sub> (основное) + подкормка (КАС)

Доза азотной подкормки 35 кг действующего вещества азота на гектар.

Почва опытного участка представлена тёмно-серой лесной почвой, тяжелосуглинистого гранулометрического состава, с низким содержанием гумуса - 2-4 %. Содержание азота в почве низкое 126 мг/кг почвы, фосфора среднее 81. калия высокое 137.

В опыте использовался метод расщепленных делянок. Опыт однофакторный, его повторность в пространстве трехкратная, посевная площадь делянки – 160 м<sup>2</sup>, учетная 100 м<sup>2</sup>.

Формирование урожая и его качество во многом зависят от условий выращивания растений. Наиболее эффективным и быстродействующим фактором, способствующим повышению качества урожая, являются удобрения. С их помощью можно изменять направленность процессов обмена веществ в желаемую сторону. Следовательно, правильное и эффективное использование удобрений означает не только получение высокого урожая, но и улучшение его качества. В нашем опыте изучаемая культура проявила положительную отзывчивость на различные варианты применения удобрений, что подтверждается сведениями, представленными в таблице 1.

Данные приведенные в таблице 1 свидетельствуют о том, что в нашем опыте на контрольном варианте, где не предусматривалось внесение удобрений озимая пшеница сформировала урожайность на уровне 3,9 т/га. Так на делянках где предусматривалось только основное удобрение было получено 5,0 т/га зерна озимой пшеницы.

**Таблица 1 - Влияние различных форм азотных удобрений на урожайность озимой пшеницы, т/га**

Вариант	Урожайность, т/га	Контроль ± т/га
Контроль (без удобрений)	3,9	-
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (основное внесение)	5,0	1,1
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (основное) + подкормка (аммиачная селитра)	5,4	1,5
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (основное) + подкормка (сульфат аммония)	5,5	1,6
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (основное) + подкормка (мочевина)	5,2	1,3
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (основное) + подкормка (КАС)	5,6	1,7
НСР <sub>05</sub>		0,3

Дополнительное внесение азота в виде подкормки, также способствовало существенному росту урожайности практически по всем вариантам опыта. Только на одном варианте, где в качестве подкормки вносили мочевину не было достоверной прибавки урожая, разница

составила 0,2 т/га, что входит в ошибку опыта. Следует отметить, что наибольшую урожайность озимая пшеница сформировала на варианте опыта с применением в качестве подкормки КАС – 5,6 т/га, что выше на 1,7 т/га по сравнению с контролем и на 0,6 т/га больше по сравнению с вариантом, где применялось только основное удобрение с осени.

Величина будущей урожайности озимой пшеницы определяется элементами продуктивности, которые начинают формироваться на первых этапах роста и развития культуры.

Максимальную величину биологической и хозяйственной урожайности можно достичь при обеспечении оптимальных условий роста и развития надземной части растений и экономически обоснованного перераспределения органической части почвы. Из основных структурных элементов урожая озимой пшеницы, непосредственно сама величина урожайности формируется в основном за счет числа колосьев на единице площади, количества зерен в колосе, массы зерна. В таблице 2 и 3 приведены результаты исследования по влиянию азотных удобрений на элементы структуры урожая.

Согласно данным таблицы 2 в нашем опыте положительное влияние на количество продуктивных стеблей оказывало как осеннее внесение минеральных удобрений, так и совместное их применение с азотными подкормками. Минимальное количество продуктивных стеблей - 380 шт./м<sup>2</sup> было зафиксировано на контрольном варианте без применения удобрений. Внесение полного удобрения с осени способствовало увеличению данного показателя на 100 шт./м<sup>2</sup>.

На делянках, где условиями опыта предусматривалось применение подкормок азота количество продуктивных стеблей увеличивалось на 56-83% по сравнению с контрольным вариантом и на 24 - 45 % по сравнению с вариантом, где подкормка не проводилась.

**Таблица 2 - Влияние азотных подкормок на количество стеблей озимой пшеницы**

Вариант опыта	Количество стеблей, шт./м <sup>2</sup>	
	общее	продуктивных
Контроль (без удобрений)	435	380
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (основное внесение)	484	480
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (основное) + подкормка (аммиачная селитра)	716	694
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (основное) + подкормка (сульфат аммония)	645	620
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (основное) + подкормка (мочевина)	615	594
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (основное) + подкормка (КАС)	649	618

Максимальное количество продуктивных стеблей пшеница формировала на варианте где на фоне основного минерального питания проводилась подкормка аммиачной селитрой - 694 шт./м<sup>2</sup>.

**Таблица 3 - Влияние азотных подкормок на элементы структуры урожая озимой пшеницы**

Вариант опыта	Высота стебля, см	Длина колоса, см	Количество зерен, шт.	Масса тысячи семян, г
Контроль (без удобрений)	64,4	6,9	22,0	45,4
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (основное внесение)	60,1	7,1	24,0	47,1
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (основное) + подкормка (аммиачная селитра)	67,3	6,8	25,3	46,5
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (основное) + подкормка (сульфат аммония)	66,4	6,8	22,7	45,9
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (основное) + подкормка (мочевина)	68,2	7,1	26,7	44,8
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (основное) + подкормка (КАС)	66,8	6,9	20,4	46,9

Результаты исследований, приведенные в таблице 3, свидетельствуют о том, что такие элементы структуры урожая как высота стеблей, длина колоса, количество зерен и масса тысячи семян практически не зависели от проведения подкормки азотными удобрениями.

Качество урожая культур во многом определяется их биохимическим составом. Для каждой культуры разработан целый комплекс показателей качества, которые включают товарные, питательные, технологические и гигиенические свойства. Как правило, качественные показатели той или иной культуры определяются целым набором факторов, из которых основными являются условия произрастания, предшественник, качественный состав почв, сорта и гибриды, сроки, дозы и виды применяемых удобрений.

На протяжении практически всего периода возделывания озимой пшеницы качество ее зерна имело огромное значение, а в настоящий момент приобрело статус государственного значения, поскольку является частью продовольственной безопасности страны.

Удобрительные средства являются основным средством интенсивного влияния на величину и качество урожая культур.

Качественные показатели зерна озимой пшеницы начинают формироваться в фазу налива зерна. Белок в зерне накапливается за счет поступления азота из почвы и вегетативной массы: 60 % азота в зерне накапливается за счет реутилизации его из вегетативной массы и 40 % - за счет азота почвы.

В таблице 4 приведены опытные данные по изменению качества зерна пшеницы при проведении азотных подкормок.

В целом следует отметить, что применение азотных подкормок с положительной стороны сказывалось на качестве зерна.

**Таблиц 4 - Влияние азотных подкормок на качество зерна озимой пшеницы**

Вариант опыта	Сухое вещество, %	Азот, %	Фосфор, %	Калий, %	Клейковина, %	Белок, %
Контроль (без удобрений)	91,0	1,35	0,294	0,336	13,5	7,7
N <sub>20</sub> P <sub>52</sub> K <sub>52</sub> (основное внесение)	91,2	1,64	0,333	0,363	15,0	9,3
N20P52K52 (основное) + подкормка (аммиачная селитра)	91,2	1,79	0,336	0,324	17,5	10,2
N20P52K52 (основное) + подкормка (сульфат аммония)	91,3	1,47	0,326	0,351	15,5	8,4
N20P52K52 (основное) + подкормка (мочевина)	90,4	1,78	0,327	0,356	16,5	10,1
N20P52K52 (основное) + подкормка (КАС)	91,2	1,65	0,356	0,356	17,0	9,4

При этом необходимо учесть, что азотные подкормки не оказывали практически ни какого влияния на накопление в зерне калия и фосфора. Что касается содержания азота, клейковины и белка, то они в значительной степени изменялись при условии внесения азота в подкормку. Что касается содержания в зерне азота, то минимальным оно было на варианте с применением в качестве подкормки сульфата аммония и было равным 1,47 %. Максимальных значений данный показатель достигал на делянках с проведением подкормки мочевиной и аммиачной селитрой – 1,78 и 1,79 % соответственно.

Содержание клейковины в нашем опыте было минимальным, среди вариантов с применением удобрений, на делянке, где схемой опыта предусмотрено внесение минеральных удобрений с осени – 15%. Применение азотных подкормок увеличивало данный показатель на 2,0 - 2,5 % с максимальным значением на варианте с подкормкой аммиачной селитрой.

Анализ содержания белка позволяет сделать заключение о том, что некоторые формы азотных удобрений, вносимых в качестве подкормки, способствовали увеличению содержания белка. При этом, на варианте где вносились минеральные удобрения с осени без применения подкормок, содержание белка составило - 9,3 %. Применение сульфата аммония в качестве подкормки приводило к снижению данного показателя на 0,9 %. На вариантах опыта с применением мочевины и аммиачной селитры зерно пшеницы содержало максимальное количество белка - 10,1 - 10,2 % соответственно.

Интенсификация растениеводческой отрасли должна быть обоснована не только с точки зрения получения высоких урожаев хорошего качества, но и иметь экономическое обоснование. В последние годы несмотря на относительно высокий рост урожайности культур, достаточно серьезно растут затраты на энергоносители и приобретение средств интенсификации. В связи с этим при составлении и планировании системы удобрения под озимую пшеницу следует пристальное внимание уделять экономической обоснованности применения удобрительных средств. Расчеты экономической эффективности возделывания озимой пшеницы при применении удобрений в наших исследованиях показывают, что рентабельность значительно изменялась от применения минеральных удобрений. Затраты на один гектар посевной площади пшеницы на контрольном варианте составили 15700 руб./га. Применение минеральных удобрений, как без подкормок, так и вместе с ними приводило к резкому увеличению данного показателя.

Что касается прибыли, то максимальной она была на варианте с применением КАС в качестве подкормки и составила 14777 рублей. Минимальных значений данный показатель достигал на варианте где в подкормку вносили мочевины – 12162 рубля. Данная зависимость прослеживается и в отношении рентабельности с КАС она составила 70 %, а с мочевиной 57,6 %. На остальных вариантах опыта она колебалась в пределах от 62,4 до 64,3 %.

В заключении следует сказать о том, что применение азотных подкормок с положительной стороны влияло на величину урожайности озимой пшеницы и его качество. Наиболее обоснованным с экономической точки зрения является подкормка КАС.

#### Библиография

1. Агеев, В.В. Системы удобрений в севооборотах Юга России: учебное пособие / В.В. Агеев, А.И. Подколзин. – Ставрополь, 2001. – 352 с.
2. Влияние удобрений на биологическую активность почвы и продуктивность озимой пшеницы / Ступаков А.Г., Кузнецова Л.Н., Ширяев А.В., Куликова М.А., Ширяева Н.В., Кулишова И.В. // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Сборник докладов международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2017. – С. 291-296
3. Годунова, Е.И. Эффективность органических и минеральных удобрений в полевых севооборотах Восточного и Центрального Предкавказья: методическое пособие / Е.И. Годунова, Е.П. Шустикова, Е.В. Богатырёва, Н.А. Ходжаева // Ставропольский НИИСХ. – Ставрополь, 2014. – 28 с.
4. Кузнецова Л.Н., Ширяев А.В., Титовская А.И., Смуров С.И. Влияние последствия основной обработки почвы на засоренность посевов и продуктивность озимой пшеницы / Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород, 2016. - № 3 (11).- С. 72-78.
5. Кузнецова Л.Н., Ширяев А.В., Кулишова И.В., Ширяева Н.В. / Влияние внесения удобрений на биологические свойства почвы / Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород, 2017. - № 2 (14).- С. 71-77.
6. Маковкин, А.Н. Влияние предшественников, удобрений и сроков сева, на формирование стеблестоя сортов озимой пшеницы / А.Н. Маковкин, Н.А. Галушко // Сборник трудов молодых ученых: ГНУ Ставропольский НИИСХ Россельхозакадемии. – Ставрополь: АГРУС, 2010. – С. 66-74.
7. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур (на примере Белгородской области) [Текст] / А.В. Турьянский, В.И. Мельников, Л.А. Селезнева, Н.Р. Асыка, В.Ф. Ужик и др. – Белгород: Изд. Константа, 2014. – 462 с.
8. Титовская А.И., Кузнецова Л.Н., Ступаков А.Г., Ширяев А.В., Кулишова И.В., Ширяева Н.В. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от удобрений и предшественников / Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород, 2017. - № 3 (15).- С. 116-126.

9. Ширяев А.В. Накопление пожнивно-корневых остатков озимой пшеницы в зависимости от удобрений, предшественника и способа обработки почвы / Вестник Курской государственной с.-х. академии. – Курск, 2015. - № 8. – С. 145-149.

#### References

1. Ageev, V. V. fertilizer Systems in crop rotations of the South of Russia: textbook / V. V. Ageev, A. I. Podkolzin. - Stavropol, 2001. - 352 p.
2. Influence of fertilizers on biological activity of soil and productivity of winter wheat / Stupakov A. G., Kuznetsova L. N., Shiryayev A.V., Kulikova M. A., Shiryayeva N. V., Kulishova I. V. // Actual problems of soil science, ecology and agriculture. Collection of reports of the international scientific and practical conference of the Kursk branch of the NGO "society of soil scientists named after V. V. Dokuchaev". – Kursk: RUSSIAN Unisite, 2017. - Pp. 291-296
3. Godunova, E. I. Efficiency of organic and mineral fertilizers in field crop rotations of the Eastern and Central Caucasus: methodical manual / E. I. Godunova, E. P. Shustikova, E. V. Bogatyreva, N. A. Khodzhaeva // Stavropol research Institute. - Stavropol, 2014. - 28 p.
4. Kuznetsova L. N., Shiryayev A.V., Titovskaya A. I., Smurov S. I. Influence of aftereffect of basic tillage on crop infestation and productivity of winter wheat / Innovations in agriculture: problems and prospects. - Belgorod, 2016. - No. 3 (11). Pp. 72-78.
5. Kuznetsova L. N., Shiryayev A.V., Kulishova I. V., Shiryayeva N. V. Influence of fertilizer application on soil biological properties / Innovations in agriculture: problems and prospects. - Belgorod, 2017. - No. 2 (14). Pp. 71-77.
6. Makovkin, A. N. Influence of predecessors, fertilizers and terms of sowing, on the formation of the stem of winter wheat varieties / A. N. Makovkin, N. A. Galushko // Proceedings of young scientists: wildebeest Stavropol research Institute of the Russian Academy of agriculture. - Stavropol: AGRUS, 2010. Pp. 66-74.
7. Organizational and technological standards for the cultivation of crops (for example, Belgorod region) [Text] / A.V. Turyansky, V.I. Melnikov, L.A. Selezneva, N.R. Asyka, V.F. Uzhik et al. - Belgorod: Izd. Constant, 2014. - 462 p.
8. Titovskaya A. I., Kuznetsova L. N., Stupakov A. G., Shiryayev A.V., Kulishova I. V., Shiryayeva N. V. Productivity of winter wheat depending on fertilizers and precursors / Innovations in agriculture: problems and prospects. - Belgorod, 2017. - No. 3 (15).- Pp. 116-126.
9. Shiryayev A.V. Accumulation of stubble-root residues of winter wheat depending on fertilizers, precursor and method of soil treatment / Bulletin of Kursk state agricultural Academy. - Kursk, 2015. - No. 8. Pp. 145-149.

#### Сведения об авторах

Акинчин Александр Владимирович. Адрес: 309392, Белгородская область, Грайворонский район, с. Мокрая Орловка, ул. Центральная, д. 57. Телефон (раб.) 8(4722) 39-26-68; E-mail, [akinchin.a@yandex.ru](mailto:akinchin.a@yandex.ru).

Линков Сергей Александрович. Адрес: 309921, Белгородская область, Красногвардейский район, г. Бирюч, ул. Мичурина, д. 39. Телефон (раб.) 8(4722) 39-26-68, E-mail; [linkovserg@yandex.ru](mailto:linkovserg@yandex.ru).

Самойлова Александра Федоровна. Адрес: 309085, Белгородская область, Яковлевский район, п. Томаровка, ул. Магистральная, д.96, кв.19. Телефон 8(910)-321-30-96, E-mail, [samoylova.sasha99@mail.ru](mailto:samoylova.sasha99@mail.ru)

#### Information about the authors

Akinchin Alexander. Address: 309392, Belgorod region, Grayvoronsky district, village Wet Orlovka, Central street, 57. Telephone (slave.) 8(4722) 39-26-68; E-mail, [akinchin.a@yandex.ru](mailto:akinchin.a@yandex.ru).

Linkov Sergey Alexandrovich. Address: 309921, Belgorod region, Krasnogvardeysky district, Biryuch, Michurina str., 39. Telephone (slave.) 8(4722) 39-26-68, E-mail; [linkovserg@yandex.ru](mailto:linkovserg@yandex.ru).

Samoilova Alexandra Feodorovna. Address: 309085, Belgorod region, Yakovlevsky district, p. Tomarovka, Main street, d. 96, sq. 19. Phone 8(910)-321-30-96, E-mail, [samoylova.sasha99@mail.ru](mailto:samoylova.sasha99@mail.ru)



УДК: 582.866.324:631:632.111

*Н.И. Богомолова, З.Е. Ожерельева, С.В. Резвякова, М.В. Лупин*

## **ЖАРОСТОЙКОСТЬ И ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ МАЛИНЫ КРАСНОЙ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Аннотация.** Выявление адаптивности растений малины красной к засухоустойчивости в полевых условиях и гипертермии методом теплового шока проводили в лаборатории физиологии устойчивости плодовых растений ВНИИСПК и в полевых условиях лаборатории селекции и сортоизучения ягодных культур. В лабораторных условиях изучали следующие показатели водного режима: оводненность тканей листьев, потери воды, водный дефицит, восстановление водного баланса. В результате проведенных исследований выявлено отрицательное влияние высоких температур на растения малины, которое выражается в понижении общей оводнённости листьев, повышении водного дефицита. Выявлены сорта малины красной с максимальным уровнем жаростойкости – Лазаревская и Espe. Определяли сортовые особенности засухоустойчивости растений малины полевым методом. В процессе работы учитывали повреждение листьев, их осыпание, а также подвядание и осыпание плодов. От засухи в полевых условиях в большей степени пострадали сорта малины, имеющие большую листовую массу, т.е. обширную испаряющую поверхность. Максимальные повреждения отмечены у сортов Беглянка, Метеор, Бальзам, Журавлик, Кокинская, Каскад Брянский, Вольница, Arta, Jvars, Espe - 2,0-2,5 балла. Наименьшая степень повреждения листового аппарата в среднем за три года исследований выявлена у сортов: Спутница, Скромница, Пересвет, Ранняя заря, Фантазия, Маросейка, Лазаревская, Espe - в пределах 0,5-1,0 балла. По совокупности изученных показателей водного режима выделены сорта малины красной с наибольшим уровнем потенциала жаростойкости – Лазаревская и Espe. Сорта Arta, Ivars, Маросейка, Ранняя заря и Фантазия после теплового стресса восстанавливали оводнённость тканей листьев на сравнительно высоком уровне, но при этом характеризовались повышенными потерями воды и водным дефицитом.

**Ключевые слова:** малина красная, тепловой шок, оводнённость, потери воды, водный дефицит, восстановление водного баланса, жаростойкость, гипертермия, засухоустойчивость.

## **HEAT RESISTANCE AND DROUGHT RESISTANCE OF RED RASPBERRY IN CENTRAL RUSSIA (ON THE EXAMPLE OF THE OREL REGION)**

**Abstract.** The resistance of red raspberry plants to drought in the field conditions and hyperthermia (heat resistance) by heat shock method was determined in the laboratory of physiology of fruit plant resistance and in the field conditions of the laboratory of berry breeding and variety investigation at VNIISP. In the laboratory conditions, the following indicators of water regime were studied: hydration of leaf tissues, water loss, water shortage and restoration of water balance. As a result of the studies, the negative effect of high temperatures on the raspberry plants was revealed, which was expressed in lowering the overall hydration of leaves and increasing water deficit. Raspberry varieties with maximal degree of heat resistance were revealed: Lazarevskaya and Espe. Varietal features of drought resistance of raspberry plants were determined by the field method. In the process of the work, damage to leaves, their shedding, as well as withering and shedding of fruits were taken into account. Drought under field conditions in the most affected the raspberry varieties, having a large leaf mass, i.e. extensive evaporating surface. Maximum damage was noted in the varieties Beglyanka, Meteor, Balzam, Zhuravlik, Kokinskaya, Kaskad Bryansky, Volnitsa, Arta, Jvars and Espe (2.0-2.5 points). The lowest degree of damage to the leaf apparatus in an average of three years of the research was revealed in the varieties: Sputnitsa, Skromnitsa, Peresvet, Rannya Zarya, Fantasia, Maroseyka, Lazarevskaya and Espe-within 0.5-1.0 points. According to the totality of the studied indicators of the water regime, Lazarevskaya and Espe were identified as red raspberry varieties with the highest potential of heat resistance. After heat stress, the varieties Arta, Ivars, Maroseyka, Rannya Zarya and Fantasia restored hydration of leaf tissues at a relatively high level, but were characterized by increased water loss and water deficiency.

**Keywords:** red raspberry, heat shock, hydration, water loss, water deficit, restoration of water balance, heat resistance, hyperthermia, drought resistance.

**Введение.** Одним из показателей приспособления растений к климатическим условиям вегетационного периода Центральной полосы России является их жаростойкость, которая тесно связана с засухоустойчивостью.

Жаростойкость растений во многом зависит от продолжительности действия высоких температур и их абсолютного значения. Большинство сельскохозяйственных растений начинают угнетенно себя чувствовать при повышении температуры до 35-40°C. При этих и более высоких температурах нормальные физиологические функции растения существенно тормозятся, а при температуре около 50°C происходят свертывание протоплазмы и отмирание клеток [4].

Засуха оказывает сложное многообразное влияние на растение, вызывая его повреждение от перегрева и от обезвоживания тканей клеток. При атмосферной засухе очень сильно возрастает температура и падает влажность воздуха. Под влиянием атмосферной засухи может произойти повышение температуры растения до 40°C и выше, что и приводит к денатурации и коагуляции белков цитоплазмы [2].

По мнению В.Ф. Альтергота (1969), в результате действия высокой температуры происходит распад белков с отщеплением аммиака, который отравляет растения [1].

Малина высоко требовательна к влажности почвы и болезненно реагирует на недостаток влаги. Жара и сухость воздуха в период вегетации вызывают повреждения, иссушают и деформируют ягоды, резко снижают урожай и его качество [3].

За последние годы в средней зоне садоводства участились длительные засухи на фоне экстремально высоких температур. Экстремальная жара, постигшая летом 2010 года большинство регионов России, отрицательно сказалась на жизнедеятельности и урожайности сельскохозяйственных культур. В Орловской области самым сухим и жарким месяцем был июль - это период созревания ягод малины. Абсолютный максимум температуры воздуха в этом месяце достигал критической для Орловской области отметки - +38,0°C. Осадков выпало - 10,5 мм. ГТК был очень низким - 0,14. Засушливые условия значительно снизили урожай сортов малины красной. Из-за избытка тепла и недостатка влаги большая часть ягод на побегах высохла, не достигнув биологической зрелости. Оставшиеся ягоды были низкого товарного качества. Сложившиеся засушливые погодные условия летнего периода 2012 года также позволили выявить отрицательное влияние обезвоживания и перегрева на растения малины. Отмечено сильное усыхание её стеблей. Значительная часть плодов малины большинства сортов была существенно мельче средней массы и имела низкие товарные качества [6, 7].

**Цель исследований** - изучение потенциала устойчивости малины красной к негативному воздействию засухи и теплового стресса в полевых и лабораторных условиях и выделение наиболее жаростойких генотипов.

**Материалы и методика исследований.** Объектами исследований служили сорта малины красной Лазаревская и Маросейка селекции ВСТИСП, Соколенок и Фантазия, Иллюзия селекции НИИСС им М.А. Лисавенко, Arta и Jvars селекции Латвийского государственного института плодоводства и сорт Espe селекции Опытного Центра садоводства (Эстония).

Изучение водного режима малины проводили в лаборатории физиологии устойчивости плодовых растений ВНИИСПК в 2011 и 2012 гг. согласно методическим рекомендациям В.Г. Леонченко и др. (2007) [5]. Исследования проводили путем моделирования температуры теплового шока (50°C) в течение 30 минут в климатической камере «Espes» PSL-2KPH (Япония).

Определяли сортовые особенности засухоустойчивости растений малины полевым методом. В процессе работы фиксировали повреждение листьев, их осыпание, а также подвядание и осыпание плодов. Оценка повреждения проводилась по учету поврежденных листьев, потерявших жизнеспособность, а также по степени осыпания листьев, степень повреждения растений оценивали по четырех бальной шкале [8].

Для сравнительной оценки сортов по засухоустойчивости и жаростойкости физиологическими и полевыми методами исследования проводились в периоды наибольшей напряженности стрессовых факторов, в засушливые и особенно жаркие периоды, в период окончания роста побегов до начала старения листьев (июль-август).

**Результаты исследований.** Погодные условия за годы исследований отличались значительным разнообразием. Наблюдались засушливые условия в период вегетации, что позволило выявить реакцию сортов на комплекс факторов внешней среды.

**Таблица 1 - Температура воздуха (t °С) и количество осадков (мм), вегетационный период 2010г.**

Месяц декада	Температура воздуха			Количество осадков	
	Средняя	Максимальная	Минимальная		
Апрель 1	6,0	16,6	-4,5		
	2	8,2	18,8	0,2	
	3	7,4	15,0	-1,4	
		7,2	18,8	-4,5	10,1
Май 1	17,4	29,5	8,1	-	
	2	17,1	26,0	8,4	-
	3	14,0	23,0	6,5	
		16,2	29,5	6,5	35,8
Июнь 1	18,4	27,2	7,1		
	2	18,6	33,0	10,0	
	3	22,6	35,0	11,0	
		19,9	35,0	10,0	39,9
Июль 1	21,4	31,5	14,0		
	2	25,0	35,5	14,8	
	3	26,3	38,0	16,0	
		24,0	38,0	14,0	10,5
Август 1	26,9	39,8	18,0	-	
	2	22,8	37,5	13,8	-
	3	16,5	29,5	8,5	
		21,8	39,8	18,0	10,7
Сентябрь 1	11,5	26,2	1,8		
	2	13,7	25,5	3,8	
	3	11,0	22,8	3,8	
		12,1	26,2	1,8	43,4

В 2010 году отмечено состояние длительной атмосферной и почвенной засухи, вторая и третья декада апреля, средняя температура месяца 7,2°С, при месячной сумме осадков 10,1 мм.

В мае средняя температура месяца была в пределах 16,2°С, при месячной сумме осадков 35,8 мм.

В июне средняя температура воздуха находилась в диапазоне 19,9-22,6°С, при сумме осадков 39,9°С.

Жесткая атмосферная засуха началась в первой декаде июля, средняя температура месяца 24,0°С, уровень критических температур на поверхности почвы доходил до 35,5...38,8°С, при месячной сумме осадков 10,5 мм. В первой-второй декаде июля плоды малины при созревании подвядали засыхали в течение 4-5 часов, затем деформировались на побегах, не достигнув биологической спелости, листья скручивались и осыпались.

В августе средняя температура месяца была в пределах 21,8°С, уровень критических температур на поверхности почвы доходил до 37,5-39,8°С, при месячной сумме осадков в пределах 10,7 мм. Отмечена длительная почвенная и воздушная засуха.

В сентябре в первой и второй декадах месяца состояние активной засухи продолжилось, средняя температура месяца была в пределах 26,2°С, только в третьей декаде выпало достаточное количество осадков – 43,4 мм.

Следует отметить, что состояние продолжительной и глубокой засухи на фоне экстремально высоких температур почвы и воздуха 35,0...38,0°С продолжалось в течение 2,5 месяцев, до середины сентября. Это существенно отразилось на растениях, они были обезвожены и, в результате, адаптивная способность была на довольно низком уровне в течение ряда последующих лет.

Атмосферная засуха наблюдалась в начале вегетации 2011 года, осадков в мае выпало ниже нормы – 17,2 мм. Абсолютный максимум температуры воздуха в июне и июле достигал отметки - 31,5°С и 33,0°С, соответственно. При этом выпало достаточное количество осадков, что смягчило негативное действие высоких температур (табл. 2).

**Таблица 2 - Температура воздуха (t °С) и количество осадков (мм), вегетационный период 2011г.**

Месяц декада	Температура воздуха			Количество осадков
	Средняя	Максимальная	Минимальная	
Апрель 1	1,4	9,0	-11,3	
2	3,8	15,5	-3,5	
3	10,4	22,5	-3,5	
	5,2	22,5	-11,3	19,4
Май 1	11,8	20,8	4,5	-
2	12,4	22,5	9,5	-
3	16,6	28,5	6,0	
	13,6	28,5	4,5	17,2
Июнь 1	18,1	30,0	6,9	
2	18,5	31,5	8,7	
3	18,7	27,8	9,8	
	18,4	31,5	6,9	61,7
Июль 1	19,8	29,1	14,4	
2	22,4	31,5	14,3	
3	22,0	33,0	14,3	
	21,4	33,0	14,3	141,0
Август 1	16,6	29,2	8,0	-
2	19,6	30,2	10,4	-
3	14,9	25,5	6,0	
	17,0	25,5	6,0	121,6

Атмосферная засуха также отмечена в мае 2012 года, абсолютный максимум температуры воздуха – 28,6°С, осадков выпало ниже нормы - 12,2 мм. В июне выпала норма осадков – 44,1мм. Жаркая, сухая погода июля была неблагоприятной для прохождения цветения и плодоношения малины. Абсолютный максимум температуры воздуха достигал отметки 32,2°С, осадков выпало ниже нормы – 23,7 мм. Значительная часть плодов малины на побегах большинства сортов была существенно мельче средней и имела низкие товарные качества (табл. 3).

**Таблица 3 - Температура (t °С) и количество осадков (мм) за вегетационный период 2012г.**

Месяц декада	Температура воздуха			Количество осадков
	Средняя	Максимальная	Минимальная	
Апрель 1	1,6	14,8	-7,5	
2	9,3	20,5	-0,2	
3	13,1	28,0	5,0	
	8,0	28,0	-0,2	51,7
Май 1	14,4	27,8	1,6	-
2	16,4	27,5	6,0	-
3	15,3	28,6	2,5	
	15,4	28,6	1,6	12,2
Июнь 1	13,8	29,7	2,5	
2	19,8	28,0	9,6	
3	16,8	27,8	7,1	
	16,8	29,7	2,5	44,1
Июль 1	21,2	32,2	8,5	
2	19,0	31,5	14,3	
3	19,7	31,6	9,5	
	20,0	32,2	8,5	23,7
Август 1	21,7	35,3	8,8	-
2	17,0	26,0	8,1	-
3	14,8	24,3	3,1	
	17,8	35,3	3,1	63,0

В 2010 году наблюдался длительный период почвенной и воздушной засухи. В большей степени пострадали все раннеспелые и среднеспелые сорта малины, имеющие крупные листья и большую вегетативную массу. Созревающие плоды малины засыхали в течение 4-5 часов на побегах, на листьях присутствовал ожог в большей или меньшей степени у большинства сортов. Листья высыхали в августе, в сентябре уже массово осыпались.

В большей степени пострадали сорта малины, имеющие большую листовую массу, т.е. обширную испаряющую поверхность. Максимальные повреждения наблюдались у сортов Беглянка, Метеор, Бальзам, Журавлик, Кокинская, Каскад Брянский, Вольница, Arta, Jvars, Espe - 2,0-2,5 балла.

Повреждения листового аппарата в средней степени за 2010-2012гг. выявлены у сортов малины Беглянка, Метеор, Бальзам, Журавлик, Кокинская, Каскад Брянский, Вольница, Arta, Jvars - в пределах 1,5-2,0 балла.

Наименьшая степень повреждения листового аппарата в среднем за три года исследований отмечена у сортов Спутница, Скромница, Пересвет, Ранняя заря, Фантазия, Маросейка, Лазаревская, Espe - в пределах 0,5-1,0 балл (табл. 4).

**Таблица 4. Засухоустойчивость малины красной в полевых условиях Орловской области**

Сорт	Повреждения листьев (балл)			
	2010 год.	2011 год.	2012 год.	Среднее
Спутница-st	1,5	1,0	1,0	1,2
Скромница	1,5	1,0	1,0	1,2
Пересвет	1,0	0,8	0,7	0,8
Ранняя заря	1,0	0,7	0,6	0,8
Фантазия	1,0	0,7	0,6	0,8
Маросейка	1,5	1,0	1,0	1,2
Espe	2,0	0,5	0,7	1,1
Лазаревская	2,0	0,7	0,6	1,1
Беглянка	2,5	2,0	2,0	2,2
Arta	2,5	1,6	1,5	1,9
Jvars	2,5	1,5	1,5	1,8
Метеор	2,5	2,0	2,0	2,2
Бальзам	2,5	2,0	2,0	2,2
Журавлик	2,6	2,0	2,5	2,4
Кокинская	2,5	2,0	2,0	2,2
Каскад Брянск.	2,5	2,0	1,5	2,0
Вольница	2,5	1,5	1,5	1,8
				НСР 0,5 0,12

В 2011 году все изучаемые сорта малины красной характеризовались средним уровнем оводнённости листьев, который был в пределах 67,6-69,6%. В 2012 году высокая оводненность листьев выявлена у сортов Ранняя заря и Маросейка - до 71,4%. У сорта Espe отметили низкую оводнённость листьев – 57,3%. Остальные изучаемые сорта малины обладали средним уровнем оводнённости листьев - от 65,0 до 69,5%. В среднем за два года исследований у всех сортов малины красной отмечена средняя оводнённость тканей листьев (рис.1).

В 2011 году после воздействия высоких критических температур на растения малины выявлено снижение общей оводнённости тканей листьев. Довольно низкая оводненность после теплового шока была у сортов Arta, Jvars, Лазаревская, Ранняя заря, Espe, в пределах 56,1-57,2%. Очень низкая оводнённость листьев отмечена у сортов Маросейка и Фантазия - в пределах 33,0-44,2%.

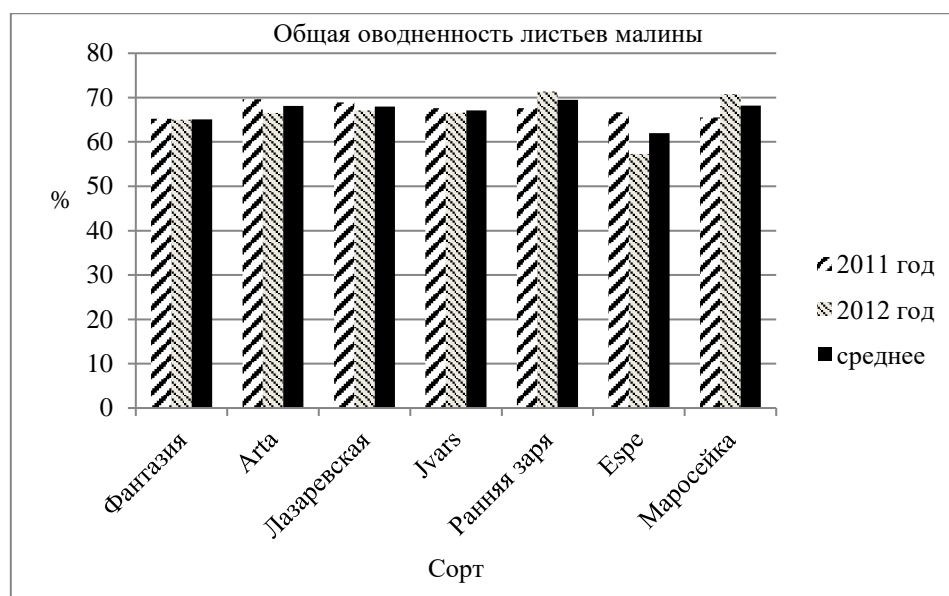


Рис. 1. Оводненность листьев малины в начале опыта, %

В 2012 году в лабораторных условиях средней оводненностью листьев после теплового шока характеризовались сорта Ранняя заря, Маросейка - 61,8-62,0%. Наименьший показатель оводнённости листьев выявлен у сорта Espe – 48,0%. У остальных сортов отмечен низкий уровень оводнённости - не более 59,3%. В среднем за два года максимальный показатель оводнённости листьев после перегрева выявлен у сортов Ранняя заря, Лазаревская, Jvars - в пределах 57,5-57,8%.

Следует отметить, что наиболее стабильно по годам сохраняют первоначальный водный баланс листьев сорта Лазаревская, Ранняя заря и Jvars, уровень оводненности их листьев после теплового шока в среднем за два года находился в пределах 57,5-57,8% (рис 2).

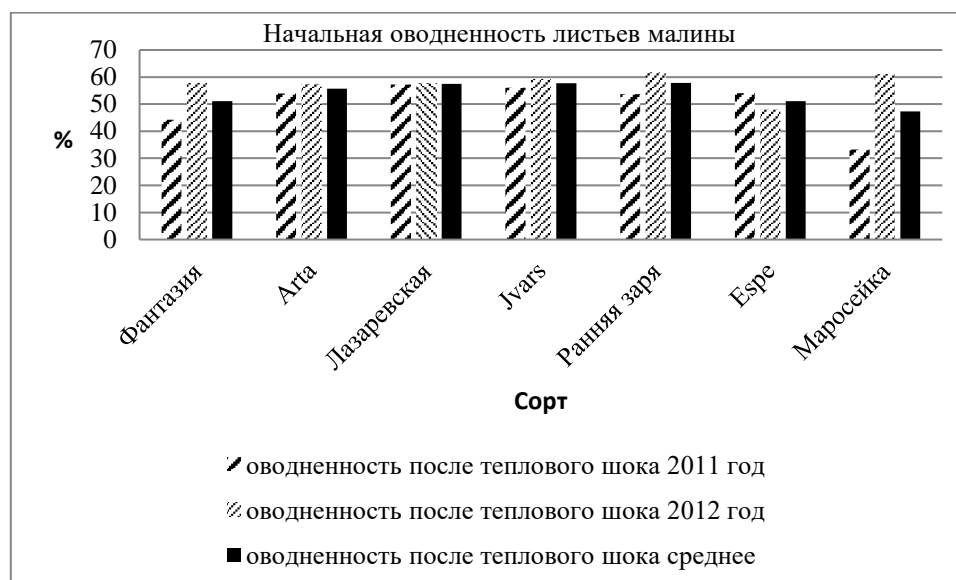


Рис. 2. Оводненность листьев малины после теплового шока (2011/12 гг.), %

Потери воды листьями сортов малины красной после теплового шока несколько варьировали по годам. В 2011 году максимальные потери воды (72,2%) выявлены у сорта Маросейка, наименьшие потери воды проявились у сортов Лазаревская и Jvars - в пределах 31,5-38,0%.

Наибольшими потерями воды листьями после перегрева в 2012 году характеризовались сорта Арта, Лазаревская и Ранняя заря 35,4-37,7%, минимальные показатели данного признака были в пределах 26,0-31,4% у сортов Фантазия, Маросейка, Espe. Максимальные показатели

потери воды в среднем за 2 года выявлены у сортов Маросейка, Ранняя заря, Фантазия и Арта (40,5-51,4%). Минимальные потери воды в листьях были определены у сортов малины Лазаревская, Jvars и Espe (рис.3).

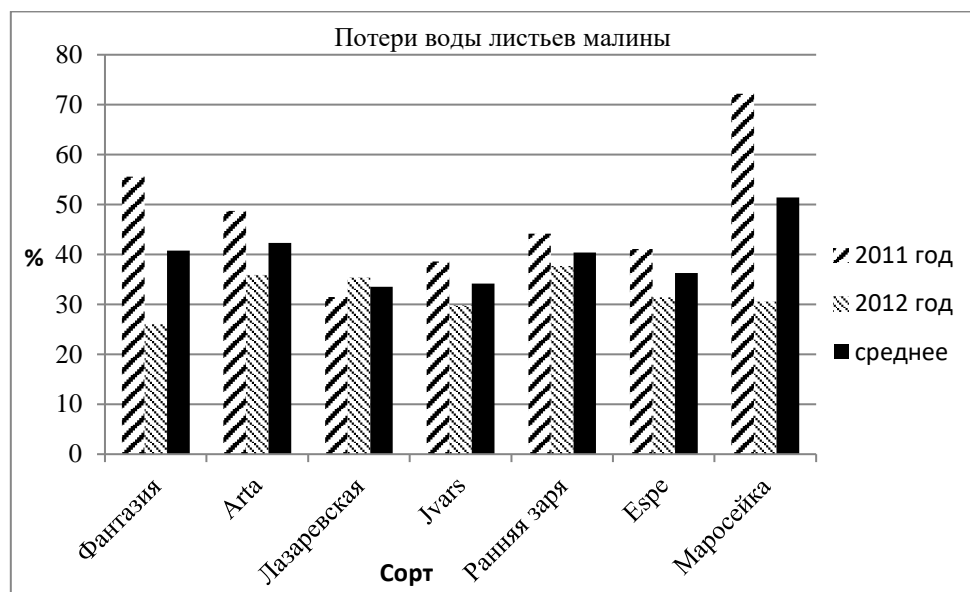


Рис. 3. Потери воды листьями малины после теплового шока, %

В лабораторных условиях наибольшим дефицитом воды после перегрева в 2011 году характеризовались сорта Маросейка, Фантазия, Ранняя заря и Арта - в пределах 46,6-71,2%, наименьший водный дефицит воды отмечен у сортов Лазаревская и Espe - 40,2-41,6%.

В 2012 году средний уровень водного дефицита после теплового шока проявился у всех сортов малины красной - от 31,0 до 35,7%. В среднем за два года максимальные показатели дефицита воды выявлены у сортов Маросейка, Ранняя заря, Фантазия и Арта - от 40,0 до 51,8%. У сортов Лазаревская и Espe отмечен наименьший уровень водного дефицита (рис.4).

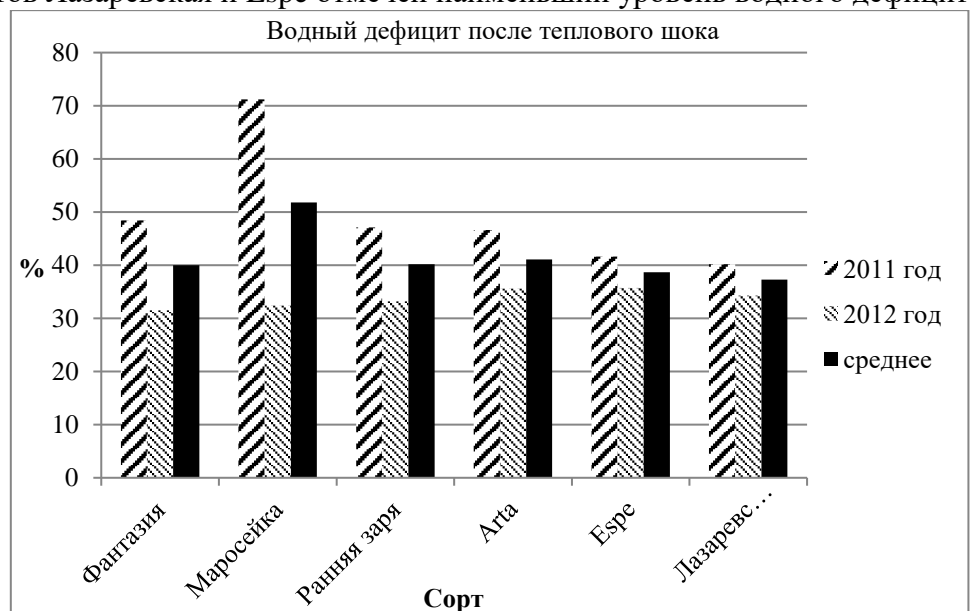


Рис. 4. Водный дефицит листьев малины после теплового шока, %.

Недостаток насыщения клеток листьев водой приводит к существенной потере тургора. Потеря тургора проявляется в завядании, т.е. ткани растения утрачивают напряженность, а листья и молодые верхушки стеблей повисают вниз. Но завядание не всегда указывает на утрату растением жизнеспособности, и, если растение будет своевременно снабжено водой, тургор восстанавливается [6].

Максимальной восстановительной способностью в 2011 году характеризовались сорта Ранняя заря, Маросейка, Arta, Espe, Jvars (72,2-124,8%), средние показатели восстановления воды листьями отмечены у сортов Лазаревская и Фантазия - 64,8 и 66,4%, соответственно.

В 2012 году изучаемые сорта характеризовались высоким показателем восстановления воды листьями, который варьировал в пределах от 100 до 116,1%. В среднем за два года наибольшей восстановительной способностью характеризовались все изучаемые сорта малины красной (84,0-118,6%) (рис. 5).

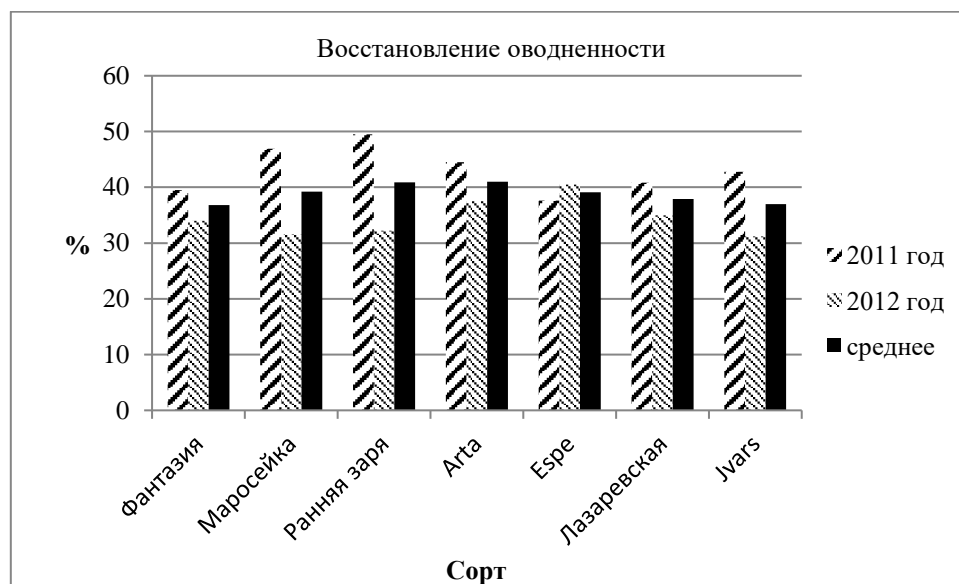


Рис. 5. Восстановление оводненности листьями малины, %.

Таким образом, методом теплового шока выявлено негативное влияние высоких температур на водный режим растений малины красной. У изучаемых сортов отмечены большие потери воды и, как следствие, значительное повышение водного дефицита в листьях. При этом все сорта были способны на высоком уровне восстанавливать оводнённость листьев.

**Выводы.** В процессе изучения засухоустойчивости растений малины полевым методом выявлено, что от засухи 2010 года в большей степени пострадали сорта малины, имеющие большую листовую массу, т.е. обширную испаряющую поверхность. Максимальные повреждения отмечены у сортов Беглянка, Метеор, Бальзам, Журавлик, Кокинская, Каскад Брянский, Вольница, Arta, Jvars, Espe - 2,0-2,5 балла, ягоды деформировались и засохли на побегах.

1. Повреждения листового аппарата в средней степени за три года исследований выявлены у сортов малины Беглянка, Метеор, Бальзам, Журавлик, Кокинская, Каскад Брянский, Вольница, Arta, Jvars - в пределах 1,5-2,0 балла.

2. Наименьшая степень повреждения листового аппарата отмечена у сортов Спутница, Скромница, Пересвет, Ранняя заря, Фантазия, Маросейка, Лазаревская, Espe - в пределах 0,5-1,0 балла.

3. В результате лабораторных исследований установлено, что после искусственного теплового шока сорта малины красной Ранняя заря, Лазаревская, Arta, Espe, Jvars проявили наибольшую оводнённость листьев. При этом наименьшие показатели потери воды и водного дефицита выявились у сортов Лазаревская и Espe. Хорошей восстановительной способностью отличились все изучаемые сорта малины красной.

4. По совокупности изученных показателей водного режима выделены сорта малины красной с наибольшим уровнем потенциала жаростойкости – Лазаревская и Espe. Сорта Arta, Jvars, Маросейка, Ранняя заря и Фантазия после теплового стресса восстанавливали оводнённость тканей листьев на сравнительно высоком уровне, но при этом характеризовались повышенными потерями воды и водным дефицитом.



### Библиография

1. Альтергот В.Ф. Приспособление растений к повышенной температуре среды // Физиология приспособления и устойчивости растений при интродукции. Новосибирск, 1969. С.169-187.
2. Генкель П.А. Физиология растений. М. «Просвещение», 1975. 335 с.
3. Казаков И.В. Малина. Ежевика. М.: Фолио, 2001. 254 с.
4. Кушниренко М.Д. Физиология водообмена и засухоустойчивость плодовых растений. Штиинца, 1975. 216с.
5. Леонченко В.Г. Предварительный отбор перспективных генотипов плодовых растений на экологическую устойчивость и биохимическую ценность плодов: метод. реком. Мичуринск, 2007. 72 с.
6. Ожерельева З.Е. Изучение и выделение устойчивых генотипов яблони к абиотическим факторам // Вестник Орел ГАУ. 2015, № 6(57), С. 40-47.
7. Ожерельева З.Е. Влияние недостатка воды и избытка тепла на растения малины // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. Красноярск, 2013. С. 123-126.
8. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

### References

1. Alt'ergot V.F. Prispособlenie rastenij k povыshennoj temperature sredy` [ Plant adaptation to elevated temperature of the environment] //Fiziologiya prispособleniya i ustojchivosti rastenij pri introdukcii [Physiology of plant adaptation and resistance during introduction]. Novosibirsk, 1969.S.169-187.
2. Genkel` P.A. Fiziologiya rastenij [Plant physiology]. М. «Prosveshhenie», 1975. 335 s.
3. Kazakov I.V. Malina. Ezhevika [Raspberries. Blackberries.] М.: Folio, 2001. 254 s.
4. Kushnirenko M.D. Fiziologiya vodoobmena i zasuxoustojchivost` plodovy`x rasteni. Shtiincza [Physiology of water exchange and drought resistance of fruit plants]. 1975. 216s.
5. Leonchenko V.G. Predvaritel'ny`j otbor perspektivny`x genotipov plodovy`x rastenij na e`kologicheskuyu ustojchivost` i bioximicheskuyu cennost` plodov [Preliminary selection of promising fruit plant genotypes for the environmental resistance and biochemical value of fruits]: metod. rekom. Michurinsk, 2007. 72 s.
6. Ozherel`eva Z.E. Izuchenie i vy`delenie ustojchivy`x genotipov yablони k abioticheskim faktoram [Study and identification of resistant apple genotypes to abiotic factors] // Vestnik Orel GAU [Vestnik Orel State Agrarian University]. 2015, № 6(57), S. 40-47.
7. Ozherel`eva Z.E. Vliyanie nedostatka vody` i izby`tkа tepla na rasteniya maliny` [ Study and identification of resistant apple genotypes to abiotic factors] // Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukciya drevesny`x rastenij [Fruit growing, seed growing, introduction of woody plants]. Krasnoyarsk, 2013. S. 123-126.
8. Programma i metodika sortoizucheniya plodovy`x, yagodny`x i orehoplodny`x kul`tur [Program and methods of fruit, berry and nut crop variety investigation] / pod red. E.N. Sedova i T.P. Ogoľ'czovoj. Orel: VNIISPK, 1999. – 608 s.

### Сведения об авторах

Богомолова Наталья Ильинична, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и сортоизучения ягодных культур, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», Орловская область, Орловский район, д. Жилина, E-mail: [bogomolova@vniispk.ru](mailto:bogomolova@vniispk.ru)

Ожерельева Зоя Евгеньевна, кандидат сельскохозяйственных наук заведующая лабораторией физиологии устойчивости плодовых растений ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», Орловская область, Орловский район, д. Жилина, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, E-mail: [ozherelieva@vniispk.ru](mailto:ozherelieva@vniispk.ru)

Резвякова Светлана. Викторовна, доктор сельскохозяйственных наук, заведующая кафедрой защиты растений, доцент, ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орел, ул. Генерала Родина, д. 69, E-mail: [ana8545@yandex.ru](mailto:ana8545@yandex.ru)

Лупин Максим Владимирович, аспирант, младший научный сотрудник лаборатории селекции и сортоизучения ягодных культур ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», Орловская область, Орловский район, д. Жилина, Орловская область, Орловский район, д. Жилина, E-mail: [Lupin@vniispk.ru](mailto:Lupin@vniispk.ru)

### Information about authors

Bogomolova Natalia Ilyinichna, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of berry crop breeding and variety investigation, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), Orel region, Zhilina, VNIISPK, [bogomolova@vniispk.ru](mailto:bogomolova@vniispk.ru)

Ozherelieva Zoya Evgenievna, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of physiology of fruit crop resistance, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), Orel region, Zhilina, VNIISPK, [ozherelieva@vniispk.ru](mailto:ozherelieva@vniispk.ru)

Rezviakova Svetlana Viktorovna, doctor of agricultural sciences, head of the department of plant protection, associate professor, Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, St. Generala Rodina, 69, [ana8545@yandex.ru](mailto:ana8545@yandex.ru)

Lupin Maxim Vladimirovich, post-graduate student, junior researcher of the laboratory of berry crop breeding and variety investigation, Russian Research Institute of Fruit Crop Breeding (VNIISPK), Orel region, Zhilina, VNIISPK, [Lupin@vniisp.ru](mailto:Lupin@vniisp.ru)

УДК 631.452:633.88

*Л.Н. Кузнецова, С.А. Линков, И.В. Кулишова*

## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ БЕЛЛАДОННЫ

**Аннотация.** В Белгородской области белладонна в промышленных масштабах с успехом выращивается в Белгородском филиале ФГБНУ ВНИИ лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР) РАСХН. Все части растения белладонны содержат тропановые алкалоиды, поэтому оказывают влияние на биологические показатели плодородия почвы. Одним из важных показателей биологических свойств почвы является определение ее токсичности. Согласно нашим исследованиям, и до и после заделки растений почва в посевах белладонны обладает токсичными свойствами, так в среднем в слое 0-30 см токсичность составляет 44%. После заделки растений белладонны токсичность увеличивается на 27%. Целлюлозоразрушающая активность почвы в посевах белладонны до заделки растений низкая – 46%, после заделки увеличивается на 21 % и имеет среднюю интенсивность. Белладонна имеет среднюю конкурентную способность по отношению к сорнякам, так сухая масса сорняков в ее посевах в 1,5 раза выше, чем в посевах культуры, имеющей высокую конкурентную способность к сорной растительности (люцерны). При изучении агрофизических показателей плодородия почвы установили, что они зависят от продолжительности ее возделывания. В поверхностном слое почвы (0-10 см) запасы влаги были больше под посевами белладонны 1-го года жизни, где они составили 22,24 мм, тогда как в том же слое под плантацией 2-го года – 21,88 мм. Такая же закономерность оказалась характерна и для слоя 0-30 см, запасы влаги в котором были 72,72 и 69,42 мм соответственно. Плотность почвы по исследуемому слою 0-30 см в зависимости от года жизни белладонны практически не менялась и составила 1,02 г/см<sup>3</sup> под культурой первого года и 1,01 – второго. В целом для данного слоя почвы было характерно рыхлое сложение, присущее хорошо оструктуренным гумусовым горизонтам суглинистых черноземов. Агрегатное состояние почвы по всем вариантам опыта можно оценить как отличное.

**Ключевые слова:** лекарственные растения, белладонна, токсичность и биологическая активность почвы, структура, влажность, плотность почвы, засоренность посевов, масса сорняков.

## MICROBIOLOGICAL AND AGROPHYSICAL INDICATORS OF SOIL FERTILITY IN BELLADONNA CROPS

**Abstract.** In the Belgorod region belladonna on an industrial scale is successfully grown in the Belgorod branch of THE research Institute of medicinal and aromatic plants (VILAR) RASKHN. All parts of the belladonna plant contain tropane alkaloids, so they affect the biological indicators of soil fertility. One of the important indicators of biological properties of soil is the determination of its toxicity. According to our research, both before and after planting the soil in belladonna crops has toxic properties, so on average in the layer 0-30 cm toxicity is 44%. After incorporation of the plants of belladonna toxicity is increased by 27%. Cellulose-destroying activity of the soil in belladonna crops before planting is low-46%, after planting it increases by 21 % and has an average intensity. Belladonna has an average competitive ability in relation to weeds, so the dry mass of weeds in its crops is 1.5 times higher than in crops of a culture that has a high competitive ability to weed vegetation (alfalfa). In the study of agrophysical indicators of soil fertility found that they depend on the duration of its cultivation. In the surface soil layer (0-10 cm) moisture reserves were more sown belladonna 1st year of life where they have to 22.24 mm, whereas in the same layer under plantation 2-year – 21.88 mm. the same pattern was also typical for the layer 0-30 cm, the water content at which was 72.72 and 69.42 mm, respectively. The density of the soil on the studied layer 0-30 cm depending on the year of life of belladonna practically did not change and amounted to 1.02 g/cm<sup>3</sup> under the culture of the first year and 1.01 – the second. In General, this layer of soil was characterized by loose addition, inherent in well-structured humus horizons of loamy chernozems. The aggregate state of the soil in all variants of the experiment can be estimated as excellent.

**Keywords:** medicinal plants, belladonna, toxicity and biological activity of the soil, composition, moisture, soil density, completeness of crops, mass of weeds.

Белладонна – лекарственное растение, издавна применяющееся в научной медицине и обладающее широким спектром фармакологических свойств. Действие белладонны на организм определяется наличием атропина и скополамина. Препараты белладонны применяются в качестве спазмолитических, болеутоляющих, антисептических и успокоительных средств, в глазной практике для расширения зрачка.

В медицине используют лист (*FoliumBelladonnae*) и корни (*RadixBelladonnae*) растений. Лист заготавливают во время цветения растения. После предварительного провяливания

его сушат в тени или в сушках при температуре 30-40°C. Корни выкапывают осенью или весной, моют в холодной воде, разрезают на куски длиной 2-3 см (толстые расщепляют) и сушат под палаткой или в протопленных помещениях.

Наши исследования были выполнены на базе Белгородского филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений (ВИЛАР)» Белгородского района Белгородской области. В связи с тем, что естественная сырьевая база ограничена, белладонну культивируют как промышленную культуру во многих странах Европы, Азии и Америки, а также в Крыму, поэтому выращивание белладонны в южной части Белгородского района и изучение ее влияние на свойства почвы является весьма актуальным.

Почва опытного участка – чернозем типичный среднемощный тяжелосуглинистый, на карбонатном лессовидном суглинке. Распределение гумуса и питательных веществ по профилю почвы довольно равномерное с постепенным уменьшением их к низу.

Пахотный слой (0-20 см) характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 4,7%, сумма поглощенных оснований – 42,3 мг/экв. на 100 г почвы, гидролитическая кислотность – 3,33 мг/экв. на 100 г почвы, насыщенность основаниями – 94,0%, рН солевой вытяжки – 6,85, содержание подвижного фосфора – 87 мг/кг почвы, обменного калия – 108 мг/кг почвы.

Таким образом, почва опытного участка обладает достаточно благоприятными характеристиками и пригодна для успешного возделывания большинства культурных растений, в том числе и белладонны.

В качестве объекта исследований была использована улучшенная популяция *Atropa belladonna* L., полученная из Северо-Кавказского филиала ВИЛАР.

Предшественником белладонны была озимая пшеница. Она выращивалась на трех участках (площадь 0,1-0,6 га, учетные – 25 м<sup>2</sup>).

Система обработки почвы – общепринятая для зоны.

**Цель исследований:**

Выявить влияние белладонны на засоренность посевов, а также биологические и агрофизические показатели плодородия почвы в условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона.

**Задачи исследований:**

1. Определить токсичность почв в посевах белладонны;
2. Изучить влияние белладонны на микробиологическую активность почвы;
3. Установить засоренность посевов белладонны;
4. Определить влажность почвы термостатно-весовым методом, плотность сложения почвы методом режущего кольца и структуру почвы методом сухого просеивания;
5. Рассчитать общие запасы влаги в слое почвы 0-100 см.

Засоренность посевов определялась перед междурядной обработкой почвы и перед уборкой количественно-весовым методом путем наложения рамки площадью 0,25 м<sup>2</sup>. Количество сорняков в посевах зависело от срока определения засоренности (таблица 1).

**Таблица 1 - Засоренность посевов**

Культура	Количество сорных растений в среднем, шт./м <sup>2</sup>						Масса сорняков, в среднем, г/м <sup>2</sup>	
	1-ый срок			2-ой срок			1-ый срок	2-ой срок
	малолет-ние	многолет-ние	всего	малолет-ние	многолет-ние	всего		
Контроль (люцерна)	117	4	121	13	1	14	156	22
Белла-	181	5	186	23	3	26	215	35
НСР <sub>05</sub>	5	0,3	5	3	0,2	1	7	1

**Примечание** 1-й срок – перед междурядной обработкой почвы; 2-й срок – перед уборкой.

Белладонна – это многолетнее лекарственное растение, поэтому мы в качестве контроля использовали тоже многолетнее растение – люцерну, наиболее изученную и территориально располагающуюся рядом с посевами белладонны.

Конкурентная способность по отношению к сорнякам у белладонны и люцерны разная (у люцерны высокая, у белладонны средняя).

Согласно результатам наших исследований, в посевах белладонны из многолетних сорняков преобладал осот, из малолетних – куриное просо и щирца запрокинутая. Преимущественно встречались малолетние сорняки, а многолетних сорняков было всего 4%. Общее количество сорняков составило 186 шт./м<sup>2</sup>, из них многолетних сорняков – 5 шт./м<sup>2</sup>. К уборке количество сорняков снижалось примерно в 7 раз и составило 26 шт./м<sup>2</sup>.

В посевах люцерны закономерность по видовому разнообразию сорной растительности сохранялась, однако количество сорняков было значительно ниже по сравнению с белладонной: перед обработкой на 65 шт. меньше или на 35%, перед уборкой – на 12 шт. или на 46%.

Сухая масса сорняков перед междурядной обработкой в посевах белладонны составила 215 г/м<sup>2</sup>, а в посевах люцерны была в 1,5 раз ниже. К уборке масса сорняков снижалась в 6 раз в посевах белладонны и в 7 раз в посевах люцерны и составила 35 и 22 г./м<sup>2</sup> соответственно.

Все части растения белладонны содержат тропановые алкалоиды. Сумма алкалоидов в белладонне в зависимости от условий произрастания и фазы развития колеблется. В листьях – 0,31-1,10 %; в стеблях – 0,11-1,15; в цветках – 0,28-0,53; в плодах – 0,16-0,35 и в корнях – 0,21-1,10, поэтому при многолетнем ее использовании будут накапливаться токсические вещества в почве, а при заделке корне-поживных остатков количество их должно возрастать.

Следовательно, изучение токсичности почвы в посевах белладонны является актуальным вопросом. Токсичными считаются растения, которые угнетают прорастание семян более чем на 20-30%.

Токсичность почвы мы определяли с помощью растительного теста по методу, применяемому на кафедре биологии почв Московского государственного университета.

Так, согласно нашим исследованиям, до заделки поживных остатков люцерны почва не обладала токсичными свойствами ни в одном из изучаемых слоев и находилась в интервале от 8 до 21 %, с большими абсолютными значениями в 0-10 сантиметровом слое и с наименьшими в слое почвы 10-20 см. В среднем в слое почвы 0-30 см токсичность составила 15% (таблица 2).

Таблица 2 - Токсичность почвы до заделки растений

Вариант	Слой почвы, см	Количество проросших семян, шт.	Всхожесть, %	Средняя длина проростка, см	+ к контролю, %	Средняя длина корня, см	+ к контролю, %	Токсичность, %
Контроль (бумажный фильтр)		24	96	11,5	-	6,1	-	-
Люцерна	0-10	19	79	9,4	-18	7,1	+16	21
	10-20	22	92	10,4	-9	8,4	+38	8
	20-30	20	83	9,8	-15	8,3	+36	17
	0-30	20	85	9,8	-14	7,9	+30	15
Белладонна	0-10	9	38	8,5	-26	5,2	-15	62
	10-20	16	67	9,3	-19	5,8	-5	33
	20-30	15	63	8,9	-23	6,0	-2	37
	0-30	13	56	8,9	-23	5,6	-7	44

Средняя длина проростка в слое 0-30 см ниже относительно контроля на 14%, а длина корешка больше на 30%. Причем снижение длины проростка в слое 10-20 см приблизительно

в 2 раза ниже, чем в верхнем и нижнем слоях, а увеличения длины корешка выше в 2 раза в слоях почвы 10-20 и 20-30 см по сравнению с верхним слоем почвы.

Напротив, в посевах белладонны почва обладает токсичными свойствами и в среднем в слое 0-30 см токсичность составляет 44%, что в 3 раза выше, чем в посевах люцерны. Причем наибольшие значения отмечены в верхнем слое – 62%, а в более глубоких слоях данный показатель был приблизительно в 2 раза ниже.

Средняя длина проростка и корешка также снижается относительно контроля. Так, в слое почвы 0-30 см длина проростка меньше контроля на 2,6 см или на 23% и на 1 см меньше, чем в посевах люцерны (9%). Наибольшее снижение наблюдается в слое почвы 0-10 см – на 3 см или 26%, наименьшее – в слое почвы 10-20 см – на 2,2 см или на 19%.

Средняя длина корешка снижается на 7% в слое почвы 0-30 см, наибольшее снижение наблюдается в верхнем слое – на 15% или 0,9 см, с глубиной снижение составляет 5 и 2%, то есть не достигает критических значений (20%), однако тенденция к снижению имеет место быть.

При изучении показателей токсичности почвы через 10 дней после заделки растений в почву, наблюдается снижение всхожести семян и увеличении токсичности почвы во всех слоях почвы. Наибольшая всхожесть семян и наименьшая токсичность отмечена в верхнем слое почвы. Так токсичность составила 14% в посевах люцерны и 64% в посевах красавки. С глубиной токсичность увеличивается, в слое почвы 10-20 см она была наибольшей и составила 32% в посевах люцерны, а в посевах белладонны она была в 2 раза выше – 77%.

В среднем в слое почвы 0-30 см в посевах люцерны почва не токсична – 23%, напротив, в посевах белладонны токсичность достигает значительных размеров – 71%, что приблизительно в 3 раза выше, чем в посевах люцерны.

**Таблица 3 - Токсичность почвы после заделки растений**

Вариант	Глубина слоя, см	Количество проросших семян, шт.	Всхожесть, %	Средняя длина проростка, см	+/- к контролю, %	Средняя длина корня, см	+/- к контролю, %	Токсичность, %
Контроль (бумажный фильтр)		22	88	8,0		5,0		
Люцерна	0-10	19	86	9,3	+16	5,3	+6	14
	10-20	15	68	9,4	+18	5,7	+14	32
	20-30	17	77	9,1	+14	5,4	+8	23
	0-30	17	77	9,3	+16	5,5	+10	23
Белладонна	0-10	8	36	8,1	+1	5,0	-	64
	10-20	5	23	8,5	+6	5,1	+2	77
	20-30	6	27	8,9	+11	5,0	-	73
	0-30	6	29	8,5	+6	5,03	+0,7	71

При изучении показателей токсичности почвы через 10 дней после заделки растений в почву, наблюдается снижение всхожести семян и увеличении токсичности почвы во всех слоях почвы. Наибольшая всхожесть семян и наименьшая токсичность отмечена в верхнем слое почвы. Так токсичность составила 14% в посевах люцерны и 64% в посевах красавки. С глубиной токсичность увеличивается, в слое почвы 10-20 см она была наибольшей и составила 32% в посевах люцерны, а в посевах белладонны она была в 2 раза выше – 77%.

В среднем в слое почвы 0-30 см в посевах люцерны почва не токсична – 23%, напротив, в посевах белладонны токсичность достигает значительных размеров – 71%, что приблизительно в 3 раза выше, чем в посевах люцерны.

На длину проростка и длину корешка заделанные растения в почву не оказали отрицательного влияния, их длина напротив увеличивалась. Длина проростка на вариантах с белладонной увеличилась на 6% в слое 0-30 см и на 16% в посевах люцерны. Длина корешка в посевах люцерны увеличилась на 10%, в посевах белладонны увеличение наблюдалось лишь в слое почвы 10-20 см – на 2%.

В целом, в посевах белладонны почва токсична и с заделкой растений данный показатель увеличивается на 27% (44% до заделки растений и 71% после заделки). Поэтому использование данного растения как предшественника, без снижения всхожести последующих культур требует дополнительного изучения.

Исследование биологической активности почв способствует пониманию особенностей взаимоотношения отдельных компонентов экосистемы и раскрывает ее потенциальные возможности для восстановления нарушенного природного равновесия под влиянием биотических факторов [2, 4].

Биологическая активность почвы может определяться не только по численности отдельных групп микроорганизмов, но и по интенсивности некоторых процессов, вызываемых ими [3,6].

Определение целлюлозоразлагающей активности почвы проводили в лабораторных условиях при инкубации почвы в термостате при увлажненной атмосфере. Микробиологическую активность определяли по убыли бумажного фильтра в % (таблица 4).

Нами была изучена активность целлюлозоразрушающей микрофлоры. Так, в посевах белладонны до заделки растений в слое почвы 0-30 см она составила 46%. Наибольшая активность отмечена в слое почвы 10-20 см – 58%, наименьшая – в верхнем слое почвы – 32%. В посевах люцерны данная закономерность сохраняется, однако активность почвы на 22 % выше.

После заделки биологическая активность почвы увеличивалась в среднем на 21% в посевах белладонны и на 14% в посевах люцерны. Наибольшие показатели активности почвенной микрофлоры отмечены в верхнем слое – 70% в посевах белладонны, а в посевах люцерны на 18% выше.

**Таблица 4- Интенсивность разложения целлюлозы**

Вариант опыта	Глубина слоя, см	Разложилось фильтра, % к исходной массе	
		до заделки растений	после заделки растений
Люцерна (контроль)	0-10	61	88
	10-20	80	78
	20-30	64	80
	0-30	68	82
Белладонна	0-10	32	70
	10-20	58	65
	20-30	49	67
	0-30	46	67

В целом, в посевах белладонны до заделки растений целлюлозоразрушающая активность почвы низкая – 46%, после заделки средняя – 67%, в посевах люцерны до заделки средняя – 68%, после заделки растений высокая – 82%.

Важнейшими агрофизическими показателями плодородия почвы являются структура, влажность, и плотность (табл. 5). Они определяют физико-механические, технологические свойства, тепловой и водно-воздушный режимы, направленность и интенсивность микробиологических процессов, а также питательный режим почвы [1, 5].

**Таблица 5 – Определение структуры почвы**

Вариант опыта	Масса почвы на решетке в зависимости от размера ячейки, %									Коэффициент структурности
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25	
1 год жизни										
0-10 см	25,31	11,48	13,46	14,03	12,37	14,23	3,08	4,08	1,96	2,67
10-20 см	25,11	14,42	13,11	17,4	11,02	11,67	3,13	2,81	1,33	2,78
20-30 см	25,9	16,82	15,12	15,91	10,66	10,83	2,21	1,68	0,87	2,74
2 год жизни										
0-10 см	24,00	15,43	12,74	13,19	11,08	14,32	3,36	3,72	2,16	2,82
10-20 см	25,39	13,36	12,03	15,75	10,36	14,03	3,73	3,49	1,86	2,67
20-30 см	21,89	15,06	12,62	16,49	11,92	13,31	3,21	3,58	1,92	3,20

Структуру почвы количественно можно оценить на основании определения содержания агрегатов различного размера. Это определение можно выполнить путём сухого просеивания через колонку сит с отверстиями диаметром 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм – метод Н.И. Саввинова

Относительное содержание частиц каждой фракции вычисляют как отношение количества этой фракции к массе всей навески. Наиболее ценными являются агрегаты размером 10,00-0,25 мм, которые придают почвенной структуре ее уникальный вид в виде почвенных комочков и определяют почвенное плодородие. Их называют агрономически ценными.

Для объективной качественной оценки структуры используют коэффициент структурности (К), который определяется как отношение количества агрономически ценных агрегатов к массе всех остальных. Диапазоны оценки следующие: более 1,5 – отличное агрегатное состояние, 1,5-0,67 – хорошее, менее 0,67 – неудовлетворительное.

Из анализа данных, приведенных в таблице 5 можно сделать вывод, что агрегатное состояние почвы по всем вариантам опыта можно оценить как отличное. Несколько более ценной структура оказалась под белладонной обыкновенной 2-го года жизни – коэффициент структурности по этим вариантам составил 2,67-3,20, в то время как под посевами 1-го года жизни – только 2,67-2,78.

На вариантах под белладонной 1-го года жизни наиболее оструктуренным оказался слой почвы 10-20 см (коэффициент структурности 2,78), а под культурой 2-го года – слой 20-30 см (3,20). Наименее оструктурены были слой 0-10 см (2,67) и 10-20 см (2,67) соответственно.

Также мы определяли плотность почвы при естественном ее сложении с помощью метода «режущего кольца», используя почвенный бур АМ-7.

В ходе проведенных исследований было установлено, что независимо от года жизни культуры, наиболее плотным оказался слой 20-30 см – 1,10 и 1,05 г/см<sup>3</sup> под посевами 1 и 2 года соответственно, что отчасти объясняется присутствием в нем подобия «плужной подошвы» (таблица 6).

Наименее уплотнен оказался слой 0-10 см: 0,92 г/см<sup>3</sup> под посевами 1-го года и 0,95 г/см<sup>3</sup> под посевами 2-го года.

В результате удалось установить, что в момент отбора почвенных образцов влажность почвы в поверхностном (0-10 см) слое была выше на варианте с белладонной 1-го года жизни и составила 24,17 %, в то время как на варианте с культурой 2-го года жизни – только 23,03 %



(таблица 7). Такая же закономерность сохранилась и для пахотного (0-30 см) слоя, влажность почвы в котором составила 23,85 и 22,84 % соответственно.

**Таблица 6 – Величина плотности сложения почвы, г/см<sup>3</sup>**

Слой почвы, см	Посевы белладонны 1-го года	Посевы белладонны 2-го года
0-10	0,92	0,95
10-20	1,03	1,04
20-30	1,10	1,05
0-30	1,02	1,01

Также следует отметить, что если в слоях 0-10 и 10-20 см плотность почвы на второй год несколько повышалась (с 0,92 и 1,03 до 0,95 и 1,04 г/см<sup>3</sup> соответственно), то в слое 20-30 см, напротив, наблюдалось ее снижение с 1,10 до 1,05 г/см<sup>3</sup>.

В среднем по исследуемому слою 0-30 см плотность почвы в зависимости от года жизни белладонны практически не менялась и составила 1,02 г/см<sup>3</sup> под культурой первого года и 1,01 – второго. Для данного слоя почвы было характерно рыхлое сложение, присущее хорошо оструктуренным гумусовым горизонтам суглинистых черноземов. Это отчасти подтверждают и данные, полученные при оценке структурного состояния изучаемых вариантов.

Белгородская область располагается в зоне с неустойчивым увлажнением, где осадки выпадают достаточно неравномерно, а их количество по годам сильно варьирует. Поэтому здесь именно количество влаги в почве чаще всего обуславливает величину урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур.

В ходе исследований мы определяли влажность почвы термостатно-весовым методом в слоях 0-10, 10-20, 20-30, 30-50, 50-70, 70-100 см. Результаты определения приведены в таблице 7.

**Таблица 7 – Влажность почвы под посевами белладонны обыкновенной разных лет жизни, %**

Слой почвы, см	Вариант опыта	
	1 год	2 год
0-10	24,17	23,03
10-20	23,59	22,84
20-30	23,80	22,66
30-50	24,41	23,53
50-70	24,57	23,98
70-100	24,93	24,12
0-30	23,85	22,84
0-100	24,43	23,59

В метровом слое влажность почвы под белладонной первого года жизни была несколько выше, чем под плантацией второго года – 24,43 и 23,59 % соответственно.

В результате удалось установить, что в момент отбора почвенных образцов влажность почвы в поверхностном (0-10 см) слое была выше на варианте с белладонной 1-го года жизни и составила 24,17 %, в то время как на варианте с культурой 2-го года жизни – только 23,03 % (таблица 7). Такая же закономерность сохранилась и для пахотного (0-30 см) слоя, влажность почвы в котором составила 23,85 и 22,84 % соответственно.

В метровом слое влажность почвы под белладонной первого года жизни была несколько выше, чем под плантацией второго года – 24,43 и 23,59 % соответственно.

Еще более важным показателем, зачастую определяющим в условиях неустойчивого увлажнения продуктивность сельскохозяйственных культур, являются запасы влаги в почве, которые принято выражать в м<sup>3</sup>/га или в миллиметрах.

Запасы влаги в почве обычно оценивают для пахотного и метрового слоя почвы. Запасы воды в пахотном слое играют важную роль на начальных этапах роста и развития культур, в

то время как взрослые растения, в большинстве своем, интенсивно потребляют ее из метрового слоя, а имеющие особенно развитую корневую систему (сахарная свекла, подсолнечник) – даже с глубины до 1,5 м.

**Таблица 8 – Запасы влаги в почве под посевами белладонны, мм**

Слой почвы, см	1 год жизни	2 год жизни
0-10	22,24	21,88
10-20	24,30	23,75
20-30	26,18	23,79
0-30	72,72	69,42

Результаты проведенных исследований показали, что в поверхностном слое почвы (0-10 см) запасы влаги были больше под посевами белладонны 1-го года жизни, где они составили 22,24 мм, тогда как в том же слое под плантацией 2-го года – 21,88 мм (таблица 8). Такая же закономерность оказалась характерна и для слоя 0-30 см, запасы влаги в котором были 72,72 и 69,42 мм соответственно.

В условиях современных рыночных отношений основной целью производства растительного сырья является получение прибыли от его реализации.

Численно прибыль или условный чистый доход представляет собой разность между стоимостью выращенной продукции и суммой затрат на ее производство, уборку и реализацию. Таким образом, конечный экономический результат возделывания культуры зависит от уровня урожайности, цены реализации продукции, а также производственных затрат.

На основании общепринятых методик и технологической карты ФБГНУ ВИЛАР нами была выполнена экономическая оценка эффективности выращивания белладонны обыкновенной на траву (таблица 9).

Благодаря высокой стоимости, даже несмотря на небольшую урожайность (1,46 т/га травы в пересчете на воздушно-сухую массу), с каждого гектара посевов белладонны получают продукции на 379600 рублей. Производственные затраты на выращивание культуры относительно невелики – 32110 руб./га, отсюда и низкая себестоимость продукции – 21993 руб./т. Условный чистый доход составил 347490 руб./га, а уровень рентабельности – 1082 %.

**Таблица 9 – Оценка экономической эффективности выращивания белладонны обыкновенной на траву (второй год использования)**

№ п/п	Показатели	Единицы измерения	Значение
1.	Урожайность (траву, воздушно-сухая масса)	т/га	1,46
2.	Цена реализации продукции	руб./т	260000
3.	Стоимость реализованной продукции	руб./га	379600
4.	Производственные затраты	руб./га	32110
5.	Себестоимость 1 т травы	руб./т	21993
6.	Чистый доход	руб./га	347490
7.	Уровень рентабельности	%	1082

Такие высокие экономические результаты свидетельствуют о целесообразности выращивания белладонны обыкновенной как высокоурожайной культуры.

#### Библиография

1. Кузнецова Л.Н. Комплекс агроприемов как фактор регулирования почвенного плодородия / Л.Н. Кузнецова, А.В. Акинчин // Белгород: Изд-во БелГСХА, 2014. – 135 с.
2. Кузнецова Л.Н. Биологическая активность чернозема типичного в зависимости от способа обработки / Л.Н. Кузнецова, А.В. Ширяев, А.Г. Ступаков // Сахарная свекла. – № 1. – 2016. – С. 36-38.

3. Кузнецова Л.Н. Влияние шлемника байкальского (*SCUTELLARIA BAICALENSIS GEORGI*) на агрофизические и биологические показатели плодородия почвы / Л.Н. Кузнецова, А.В. Ширяев, И.В. Кулешова, Н.В. Ширяева // Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее: сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 140-летию НИУ «БелГУ» и 100-летию со дня рождения селекционера, ученого и педагога, доктора сельскохозяйственных наук, профессора З.И. Щелоковой (г. Белгород, 24-26 ноября 2016 г.) / под общ. ред. Е.В. Думачевой. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ БелГУ, 2017. – С. 84-88.
4. Кузнецова Л.Н. Влияние внесения удобрений на биологические свойства почвы / Л.Н. Кузнецова, А.В. Ширяев, И.В. Кулишова, Н.В. Ширяева // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород, 2017. – № 2 (14). – С.71-77.
5. Линков С.А. Изменение плодородия почвы в зависимости от факторов интенсификации земледелия: монография / С.А. Линков, Л.Н. Кузнецова, А.В. Акинчин, А.В. Ширяев – Белгород: Изд-во Белгородского ГАУ, 2016. – 197 с., ил.
6. Слышинкова Н.И. Целлюлозоразрушающая способность почвы в посевах Амми Большой / Н.И. Слышинкова, Л.Н. Кузнецова Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы» (28-29 мая 2018 года). – Т. 1. – Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – С. 88-89.

#### References

1. Kuznetsova L.N. The complex of agricultural practices as a factor in the regulation of soil fertility / L.N. Kuznetsova, A.V. Akinchin // Belgorod: BelSAA Publishing House, 2014. -- 135 p.
2. Kuznetsova L.N. The biological activity of typical black soil, depending on the processing method / L.N. Kuznetsova, A.V. Shiryayev, A.G. Stupakov // Sugar beet. - No. 1. - 2016. - S. 36-38.
3. Kuznetsova L.N. The influence of *Scutellaria baicalensis* (*SCUTELLARIA BAICALENSIS GEORGI*) on agrophysical and biological indicators of soil fertility / L.N. Kuznetsova, A.V. Shiryayev, I.V. Kuleshova, N.V. Shiryayeva // Plant breeding: past, present and future: a collection of materials of the I All-Russian scientific and practical conference with international participation dedicated to the 140th anniversary of Belgorod State University and the 100th anniversary of the breeder, scientist and teacher, doctor of agricultural sciences, professor Z.I. Shchelokova (Belgorod, November 24-26, 2016) / under the general. ed. E.V. Dumacheva. - Belgorod: Publishing House "Belgorod" NRU BelSU, 2017. - S. 84-88.
4. Kuznetsova L.N. The effect of fertilizer application on the biological properties of the soil / L.N. Kuznetsova, A.V. Shiryayev, I.V. Kulishova, N.V. Shiryayeva // Innovations in the agricultural sector: problems and prospects. - Belgorod, 2017. - No. 2 (14). - S. 71-77.
5. Linkov S.A. Change in soil fertility depending on factors of intensification of agriculture: monograph / S.A. Linkov, L.N. Kuznetsova, A.V. Akinchin, A.V. Shiryayev - Belgorod: Publishing house of the Belgorod State Agrarian University, 2016. -- 197 p., Ill.
6. Slyshinkova N.I. Cellulose-depleting ability of the soil in crops of Ammi Bolshoi / N.I. Slyshinkova, L.N. Kuznetsova Materials of the XXII International Scientific-Industrial Conference "Organic Agriculture: Problems and Prospects" (May 28-29, 2018). - T. 1. - Maysky: Publishing House of the FSBEI of HE Belgorod GAU, 2018. - P. 88-89.

#### Сведения об авторах

Кузнецова Лариса Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия агрохимии и экологии Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, тел. +79056727064, E-mail: [slyshinkova@yandex.ru](mailto:slyshinkova@yandex.ru);

Линков Сергей Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. E-mail: [linkovserg@yandex.ru](mailto:linkovserg@yandex.ru);

Кулишова Ирина Владимировна, младший научный сотрудник группы селекции и семеноводства озимой пшеницы, ячменя и крупяных культур Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, аспирант кафедры земледелия, агрохимии и экологии, тел. +9205694410.

#### Information about authors

Kuznetsova Larisa Nikolaevna, candidate of agricultural Sciences, associate professor of the department of agriculture, agrochemistry and ecology, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin.

Linkov Sergey Alexandrovich, candidate of agricultural Sciences, associate professor of the department of agriculture, agrochemistry and ecology, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin. E-mail: [linkovserg@yandex.ru](mailto:linkovserg@yandex.ru)

Kulishova Irina Vladimirovna, junior researcher of the group of selection and seed production of winter wheat, barley and cereals of Belgorod state agrarian University named after V. Gorin, postgraduate student of the Department of agriculture, agrochemistry and ecology.

УДК 631.51:631.43:631.445.4

*С.А. Линков, А.В. Ширяев, А.В. Акинчин, Л.Н. Кузнецова*

## ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ

**Аннотация.** Характер почвенной структуры и ее водопрочность являются важнейшими агрофизическими свойствами плодородия почвы. Исследования проводились в производственном опыте на 10 закрепленных реперных участках на территории сельскохозяйственных предприятий Корочанского района Белгородской области. Реперные участки 1, 3, 5, 7 и 9 были заложены на полях с технологией No-till, а участки 2, 4, 6, 7 и 10 – с традиционной обработкой почвы, на необработанных вариантах в среднем в слое почвы 0-40 см коэффициент структурности оценивается как отличный и находится в интервале от 1,56 до 3,18, на обработанных почвах вариантов № 2, № 4, № 6, № 8 и № 10 коэффициент структурности оценивается как отличный (1,68-2,7). Водопрочность почвенных агрегатов на необработанных почвах на вариантах № 1, № 3 и № 7 недостаточно удовлетворительная, на вариантах №5 хорошая и №9 удовлетворительная. На обработанных почвах находится в диапазоне от неудовлетворительной (№ 4), недостаточно удовлетворительной (№ 8, № 10) до удовлетворительной (№ 6). Немаловажным показателем, учитываемым при оценке способов обработки почв, является плотность. Плотность обрабатываемых и необрабатываемых почв в слое 0-40 см изменялась в широких пределах. В опыте на обработанных почвах она находилась в интервале от 1,08 г/см<sup>3</sup> до 1,38 г/см<sup>3</sup>. Использование No-till на чернозёмных почвах Корочанского района не сопровождалось существенным увеличением их плотности – разница с обрабатываемыми участками составила в среднем по слою 0-40 см всего 0,04 г/см<sup>3</sup>.

**Ключевые слова:** почвенная структура, No-till, традиционная обработка почвы, коэффициент структурности, плотность почвы, водопрочность структуры.

### INFLUENCE OF TILLAGE SYSTEMS ON AGROPHYSICAL PROPERTIES OF CHERNOZEMS

**Abstract.** The nature of the soil structure and its water resistance are the most important agrophysical properties of soil fertility. The studies were carried out in a production experiment at 10 fixed reference plots on the territory of agricultural enterprises of the Korochansky district of the Belgorod region. Reference plots 1, 3, 5, 7, and 9 were laid in the fields with No-till technology, and plots 2, 4, 6, 7, and 10 with traditional tillage, on untreated options, on average, in the soil layer 0-40 cm the structural coefficient is assessed as excellent and is in the range from 1.56 to 3.18, on the treated soils of options No. 2, No. 4, No. 6, No. 8 and No. 10, the structural coefficient is assessed as excellent (1.68-2.7). Water resistance of soil aggregates on untreated soils on options No. 1, No. 3 and No. 7 is not satisfactory enough, on options No. 5 is good and No. 9 is satisfactory. On cultivated soils, it ranges from unsatisfactory (No. 4), insufficiently satisfactory (No. 8, No. 10) to satisfactory (No. 6). An important indicator taken into account when evaluating soil cultivation methods is density. The density of cultivated and non-cultivated soils in a layer of 0-40 cm varied widely. In the experiment on treated soils, it was in the range from 1.08 g / cm<sup>3</sup> to 1.38 g / cm<sup>3</sup>. An important indicator taken into account when assessing the methods of soil treatment is density. In the experiment on treated soils it was in the range from 1.08 g / cm<sup>3</sup> to 1.38 g / cm<sup>3</sup>. The use of No-till on Chernozem soils of Korochansky district was not accompanied by a significant increase in their density – the difference with the treated areas averaged only 0.04 g/cm<sup>3</sup> in the layer of 0-40 cm.

**Keywords:** soil structure, No-till, traditional tillage, structural coefficient, soil density, water strength of the structure.

Одним из важнейших агрофизических показателей плодородия является почвенная структура – совокупность агрегатов различной величины, формы и качественного состава. Структура оказывает влияние на плотность и пористость почвы, связность и удельное сопротивление при обработке, на воздухопроницаемость и воздухоёмкость. В хорошо оструктуренной почве складываются благоприятные водный, воздушный и тепловой режимы. Такая почва, как правило, отличается повышенной микробиологической активностью, и, как следствие, благоприятным питательным режимом. Исключительное значение принадлежит структуре в вопросах обеспечения противоэрозионной устойчивости почв. Распыленные, бесструктурные почвы подвержены как водной, так и ветровой эрозии [1, 2, 3, 4, 9].

Структура почвы в значительной степени зависит от механического состава, гумусного состояния, состава обменных катионов почвенно-поглощающего комплекса.

В почве постоянно протекает два взаимобратных процесса: процесс образования структуры и процесс её разрушения. В естественных фитоценозах эти процессы уравновешены. При сельскохозяйственном использовании процессы разрушения структуры почвы усиливаются, что приводит к уплотнению почвы и снижению её эрозионной устойчивости [5].

Исследования проводились в производственном опыте на 10 закрепленных реперных участках на территории сельскохозяйственных предприятий Корочанского района Белгородской области. Реперные участки 1, 3, 5, 7 и 9 были заложены на полях с технологией No-till, а участки 2, 4, 6, 7 и 10 – с традиционной обработкой почвы.

Целью наших исследований был анализ выявления различных технологий обработки почвы, в том числе и технологии No-till, на ее структурное состояние.

Исходя из целей, в задачи исследований входило:

- определение агрегатного состояния почв путём сухого просеивания через колонку сит с отверстиями диаметром 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм по методу Н.И. Саввинова;
- расчет коэффициента структурности;
- определение водопрочности структурных агрегатов по методике Н.И. Никольского (в спокойной воде).

Образцы отбирались из слоев почвы 0-20 и 20-40 см (таблица 1).

Анализируя данные структурного состояния необрабатываемой почвы участка № 1, видим, что в слое 0-20 см содержание макроструктуры достигает 66,60 %, а содержание глыбистой фракции равно 31,70 %. Коэффициент структурности 2,05. Водопрочность структурных агрегатов –36,9%. Эти данные свидетельствуют о хорошем структурном состоянии изучаемого слоя почвы. С увеличением глубины отбора образца до 20-40 см содержание глыбистой фракции и макроструктуры практически не изменяется – 34,95 и 63,45% соответственно, а коэффициент структурности снизился до 1,8. Но водопрочность почвенных агрегатов в этом слое очень низкая – 18,8%.

Структурное состояние обрабатываемой почвы участка № 2 в слое 0-20 см по результатам сухого просеивания оценивается как неудовлетворительное (коэффициент структурности 0,63), в слое 20-40 см как отличное (коэффициент структурности 3,98). Содержание агрономически ценных агрегатов в слое 0-20 см – 42,6 %, а в слое 20-40 см в 2 раза больше – 87,2%. Содержание глыбистой структуры в слое 0-20 см было весьма высоким – 61,20 %, а в слое 20-40 см значительно меньше – 29,45 %. Водопрочность почвенной структуры в этом образце удовлетворительная (слой 0-20 см), с глубиной снижается до неудовлетворительной.

Сравнивая данные структурного состояния почвы участков №1 и №2, следует отметить, что в данном случае применение традиционной технологии по сравнению с технологией No-till приводило к значительному ухудшению структурного состояния почвы в пахотном слое (0-20 см). Это выражалось в увеличении содержания глыбистой фракции и снижении водопрочности почвенных агрегатов.

Структурное состояние необрабатываемой почвы участка №3 (ООО «Мясные фермы «Искра») по результатам сухого просеивания оценивается как отличное (коэффициент структурности 3,60 и 2,76). Содержание макроструктуры в слое 0-20 см и 20-40 см составляет 71,3 и 69,95% соответственно. Водопрочность почвенной структуры недостаточно удовлетворительная (28,0%), а с глубиной снижается до неудовлетворительной (16,0%).

Структура обрабатываемой почвы участка № 4 (ООО «Агрохолдинг Корочанский») также оценивается как отличная (коэффициент структурности 2,56 и 2,83). В слоях 0-20 см и 20-40 см содержание агрономически ценных агрегатов составляет 67,95 и 71,30% соответственно. Водопрочность агрегатов в слое 0-20 см составляет 33% и оценивается как удовлетворительная. С глубиной водопрочность снижается, и в слое 20-40 см она отсутствует.

Сравнивая данные структурного состояния почв участков №3 и №4, можно сделать вывод, что применение технологии No-till приводило к увеличению коэффициента структурности, а также к увеличению водопрочности агрегатов – с 19,7 % до 22,0 %.

Верхний исследуемый слой почвы участка №5 (ООО «Мясные фермы Искра») характеризовался отличным структурным состоянием – содержание агрономически ценных агрегатов 75,70%, а глыбистой фракции – 23,05%, коэффициент структурности 3,28. С глубиной коэффициент структурности снизился более чем в 2 раза и составил 1,44, что соответствует хорошему структурному состоянию (ухудшения произошли за счет увеличения содержания глыбистой фракции в 2 раза – до 49,20%).

**Таблица 1 – Влияние систем обработки на структуру почвы (в среднем за 2018-2019 гг.)**

Реперный участок	Слой почвы, см	Масса почвы на сите, %			Коэффициент структурности	Водопрочность, %
		>10	0,25-10	<0,25		
1 (No-till)	0-20	31,70	66,60	1,70	2,05	36,9
	20-40	34,95	63,45	1,60	1,80	18,8
	0-40	35,83	65,03	1,65	1,93	27,9
2 (Традиционная обработка)	0-20	61,20	38,10	0,70	0,63	31,8
	20-40	29,45	69,85	0,70	3,98	12,2
	0-40	45,33	53,98	0,70	2,31	22,0
3 (No-till)	0-20	27,35	71,30	1,35	3,60	28,0
	20-40	28,20	69,95	1,85	2,76	16,0
	0-40	27,78	70,63	1,60	3,18	22,0
4 (Традиционная обработка)	0-20	29,40	67,95	2,65	2,56	33,0
	20-40	24,90	71,30	3,80	2,83	6,4
	0-40	27,15	69,63	3,23	2,70	19,7
5 (No-till)	0-20	23,05	75,70	1,25	3,28	47,7
	20-40	49,20	49,55	1,25	1,44	53,9
	0-40	36,13	62,63	1,25	2,36	50,8
6 (Традиционная обработка)	0-20	42,25	55,40	2,35	1,24	42,4
	20-40	41,80	57,10	1,10	2,16	27,4
	0-40	42,03	56,25	1,73	1,70	34,9
7 (No-till)	0-20	34,55	61,85	3,60	1,93	50,2
	20-40	23,85	73,40	2,75	2,88	26,0
	0-40	29,20	67,63	3,18	2,41	38,1
8 (Традиционная обработка)	0-20	49,25	49,75	1,00	1,25	43,5
	20-40	31,00	67,60	1,40	2,10	27,9
	0-40	40,13	58,68	1,20	1,68	35,7
9 (No-till)	0-20	43,20	54,40	2,40	1,34	63,2
	20-40	35,40	62,45	2,15	1,78	14,9
	0-40	39,30	58,43	2,28	1,56	39,1
10 (Традиционная обработка)	0-20	43,85	54,80	1,35	1,30	39,7
	20-40	25,15	73,55	1,30	3,14	14,7
	0-40	34,50	64,18	1,33	2,22	27,2
В среднем по участкам с No-till	0-20	31,97	65,97	2,06	2,44	45,2
	20-40	34,32	63,77	1,92	2,13	25,9
	0-40	33,15	64,87	1,99	2,29	35,6
В среднем по участкам с традиционной обработкой	0-20	45,19	53,20	1,61	1,40	38,1
	20-40	30,46	67,88	1,66	2,84	17,7
	0-40	37,83	60,54	1,64	2,12	27,9

Водопрочность почвенных агрегатов в слое 0-20 см хорошая (47,7%), с глубиной она увеличивалась до 53,9%, что также оценивается как хорошая.

Анализ структурного состояния почвы рядом расположенного реперного участка №6 (ООО «Агрохолдинг Корочанский») показал, что по результатам сухого просеивания структурное состояние почвы хорошее и отличное. Содержание агрономически ценных агрегатов в слое 0-20 см составляло 55,40%, а в слое 20-40 см – 57,10%. Коэффициент структурности в слое 0-20 см 1,24, а в слое 20-40 – 2,16. Водопрочность почвенных агрегатов в слое 0-20 см составляла 42,4%, а в слое 20-40 см – 27,4% и оценивается как хорошая и недостаточно удовлетворительная соответственно.

Таким образом, сравнивая структурное состояние почвы на данных участках, можно сделать вывод, что применение технологии No-till с одной стороны способствовало улучшению структурного состояния в пахотном слое почвы, а с другой – его ухудшению в слое 20-40 см за счет увеличения содержания глыбистой фракции. Тем не менее, количество водопрочных почвенных агрегатов в слое 20-40 см при применении технологии No-till (в сравнении с традиционной обработкой) увеличилось почти в 2 раза – с 27,4% до 53,9%.

Анализируя структуру необрабатываемой почвы участка №7 (ООО «Мясные фермы Искра») и рядом расположенного участка №8 (агрохолдинг «Русагро»), видим, что содержание глыбистой структуры в слое 0-20 см составляло 34,55% и 49,25% соответственно. По результатам сухого просеивания структурное состояние этого слоя на участке №7 можно оценить как отличное (коэффициент структурности 1,93) и хорошее на участке №8 (коэффициент структурности 1,25). Структурные агрегаты участка №7 обладали хорошей водопрочностью (50,2%), а участка №8 также хорошей водопрочностью (43,5%). С увеличением глубины отбора образца структурное состояние улучшалось. Содержание агрономически ценной фракции увеличивалось до 73,40 и 67,60% (коэффициент структурности 2,88 и 2,1) на участках №7 и №8 соответственно, что оценивается как отличное структурное состояние, однако водопрочность почвенных агрегатов недостаточно удовлетворительная – 26,0 и 27,9%.

Сравнивая данные структурного состояния почвы участков №7 и №8, видим, что в слое 0-20 см структура обрабатываемой почвы хуже, чем необрабатываемой. В слое 20-40 см коэффициент структурности увеличивается и в обрабатываемой и необрабатываемой почве. Водопрочность почвенных агрегатов выше в необрабатываемой почве – 38,1 % и 35,7 % соответственно.

Анализ структурного состояния почвы на участках №9 (ООО «Мясные фермы Искра») и №10 (агрохолдинг «Русагро») показал, что в слое 0-20 см содержание агрономически ценных агрегатов составляло 54,4 % и 54,8%, что свидетельствует о хорошем состоянии структуры (коэффициент структурности 1,34 и 1,30 соответственно). С увеличением глубины взятия образца до 20-40 см содержание глыбистой фракции уменьшалось, а содержание макроструктуры увеличивалось до 62,45% и 73,55%, что свидетельствует об отличном состоянии структуры (коэффициент структурности 1,78 и 3,14). Водопрочность структурных агрегатов в слое 0-20 см на участке №9 составляла 63,2% (отличная водопрочность), а на участке №10 – 39,7% (удовлетворительная водопрочность), а в слое 20-40 см – 14,9% и 14,7% (неудовлетворительная) соответственно.

Сравнивая данные структурного состояния почвы реперных участков №9 и №10, следует отметить, что в слое 0-20 см структура и в обрабатываемой и необрабатываемой почве оценивается как хорошая. В слое 20-40 см коэффициент структурности в обрабатываемой почве в 1,8 раза выше, чем в необрабатываемой. Водопрочность почвенных агрегатов в слое 0-20 см при применении технологии No-till отличная, на обрабатываемой почве удовлетворительная, с глубиной при технологии No-till снижается до неудовлетворительной, на обработанном участке также до неудовлетворительной.

Проанализировав данные по структурному состоянию почвы, можно сделать вывод, что на необработанных вариантах в среднем в слое почвы 0-40 см коэффициент структурности оценивается как отличный и находится в интервале от 1,56 до 3,18, на обработанных почвах вариантов №2, №4, №6, №8 и №10 коэффициент структурности оценивается как отличный (1,68-2,7). Водопрочность почвенных агрегатов на необработанных почвах на вариантах №1,

№3 и №7 недостаточно удовлетворительная, на вариантах №5 хорошая и №9 удовлетворительная. На обработанных почвах находится в диапазоне от неудовлетворительной (№4), недостаточно удовлетворительной (№8, №10) до удовлетворительной (№6).

Таким образом, применение технологии No-till не приводило к ухудшению структурного состояния почвы, а на отдельных вариантах способствовало его улучшению.

Еще одним немаловажным показателем, учитываемым при оценке способов обработки почв, является плотность.

Плотностью почвы называют массу единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении, выраженную в граммах на кубический сантиметр. Она зависит от гранулометрического и минералогического состава, структуры, содержания гумуса, механической обработки.

Плотность почвы имеет высокое агрономическое значение, так как влияет на рост и развитие растений, на жизнедеятельность почвенной биоты. Сильно уплотненная почва оказывает большое сопротивление развитию корневой системы растений. При уплотнении сокращается количество микропор и крупных капилляров, увеличивается доля вертикально ориентированных пор. В результате снижается полевая влагоёмкость, возрастает содержание влаги, недоступной для растений, ухудшается газообмен в почве. Плотные почвы имеют низкую водопроницаемость, поэтому, поступающая на поверхность вода плохо впитывается, а при наличии уклона – стекает. Это приводит к развитию эрозионных процессов. Увеличение плотности почвы на  $0,01 \text{ г/см}^3$  за пределом верхней границы оптимального интервала приводит к снижению урожайности зерновых в среднем на  $100 \text{ кг/га}$  [6, 7, 8].

Излишне рыхлая почва обладает высокой водопроницаемостью, однако интенсивно теряет воду конвекционно-диффузным путём. Семена при посеве в такую почву заделываются неравномерно по глубине, имеют плохой контакт с почвенными частичками, прорастают неравномерно, всходы получаются изреженными. При оседании рыхлой почвы деформируются корневая система растений, оголяется узел кущения. Излишне рыхлая почва способствует интенсивной минерализации гумуса.

Плотность почвы в значительной степени регулируется обработкой. Различают равновесную и оптимальную плотность почвы. Равновесная плотность – это установившаяся плотность необработанной (1-2 года) почвы в естественном состоянии. Оптимальная плотность – это плотность, при которой складываются благоприятные условия для роста растений и деятельности почвенных микроорганизмов. Сопоставление равновесной и оптимальной для роста культур плотностей позволяет определить необходимость обработки почвы. Чем больше различия между равновесной и оптимальной плотностями, тем интенсивнее должна быть обработка.

В тоже время, высокогумусированные черноземы имеют равновесную плотность  $1,0-1,3 \text{ г/см}^3$ . Эти значения близки к оптимальной для развития растений плотности, что позволяет применять на таких почвах минимальную обработку и технологию выращивания культур без обработки почвы (No-till). Однако любая технология выращивания культур предполагает движение по полю различных машин и агрегатов, что может повлечь уплотнение почвы. Поэтому контроль над состоянием плотности почвы является необходимым условием энергосберегающих технологий.

В своих исследованиях плотность почвы мы определяли методом «режущего кольца». Для анализа степени уплотнения почвы образцы отбирались на всех десяти реперных участках, в трехкратной повторности.

Оценку степени уплотнения почв проводили по шкале С.И. Долгова (для почв с содержанием гумуса более 4 %).

Анализ степени уплотнения необрабатываемой почвы участка №1 показал, что в слоях 0-10 и 10-20 см почва очень плотная –  $1,50$  и  $1,51 \text{ г/см}^3$  соответственно (таблица 2). С глубиной плотность почвы уменьшалась на  $0,2-0,3 \text{ г/см}^3$  и составила  $1,3$  и  $1,21 \text{ г/см}^3$  в слоях 20-30 и 30-40 см соответственно. В среднем для слоя 0-40 см плотность составила  $1,38 \text{ г/см}^3$ , что позволило характеризовать почву как очень плотную.



Плотность рядом расположенной обрабатываемой почвы (участок №2) имеет несколько меньшие значения: слой 0-10 см – 1,17 г/см<sup>3</sup>, 10-20 см – 1,26 г/см<sup>3</sup> (плотная почва). С глубиной плотность снижалась до 0,85 и 0,84 г/см<sup>3</sup>, что характеризовало сложение почвы как очень рыхлое. В среднем по слою 0-40 см почва имела рыхлое сложение – 1,06 г/см<sup>3</sup>, что объясняется, на наш взгляд, применением вспашки и более лёгким гранулометрическим составом материнской породы.

Таблица 2 – Влияние систем обработки на плотность почвы, г/см<sup>3</sup>

Слой почвы, см	Номер реперного участка									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-10	1,50	1,17	1,39	1,56	1,40	1,48	1,42	1,46	1,25	1,30
10-20	1,51	1,26	1,23	1,18	1,47	1,41	1,40	1,46	1,05	1,30
20-30	1,30	0,85	1,19	1,26	1,04	1,33	1,14	0,94	0,81	1,27
30-40	1,21	0,84	1,09	0,98	1,28	1,01	1,25	1,02	1,20	1,14
0-40	1,38	1,06	1,23	1,25	1,30	1,31	1,30	1,22	1,08	1,25
0-40	в среднем для участков с No-till							1,26		
0-40	в среднем для участков с традиционной обработкой							1,22		

Верхний слой (0-10 см) необрабатываемой почвы на участке №3 характеризовался высокой степенью уплотнения (1,39 г/см<sup>3</sup>), а с глубиной в слое 30-40 см она уменьшалась до 1,09 г/см<sup>3</sup>. В целом, слой почвы 0-40 см имел плотное сложение – 1,23 г/см<sup>3</sup>.

Верхний слой (0-10 см) обрабатываемой почвы участка №4 (ООО «Агрохолдинг Корочанский») по степени уплотнения характеризуется как очень плотный (1,56 г/см<sup>3</sup>). С глубиной плотность почвы значительно уменьшалась – в слое 30-40 см почва была очень рыхлая (0,98 г/см<sup>3</sup>). В целом в слое 0-40 см почва характеризовалась как плотная – 1,25 г/см<sup>3</sup>.

Очень плотным сложением характеризовались слои 0-10 и 10-20 см необработанной почвы на участках №5 и №7 – 1,40, 1,47 г/см<sup>3</sup> и 1,40 и 1,42 г/см<sup>3</sup> соответственно. С увеличением глубины плотность почвы на данных участках уменьшалась до плотной в слое 30-40 см (1,28 г/см<sup>3</sup> и 1,25 г/см<sup>3</sup>) и среднеплотной в слое 20-30 см – 1,14 г/см<sup>3</sup> (участок №7) и даже рыхлой – 1,04 г/см<sup>3</sup> (участок №5). В среднем в слое 0-40 см почва характеризовалась как очень плотная – 1,30 г/см<sup>3</sup>.

Обрабатываемая почва участка №6 (ООО «Агрохолдинг Корочанский») в среднем по слою 0-40 см характеризовалась как очень плотная (1,31 г/см<sup>3</sup>), в слоях почвы от 0 до 30 см ее плотность находилась в интервале от 1,33 до 1,48 г/см<sup>3</sup>, а в нижерасположенном слое 30-40 см была гораздо меньше – 1,01 г/см<sup>3</sup>.

По степени уплотнения пахотный слой почвы (0-10 и 10-20 см) участка №8 (агрохолдинг «Русагро») характеризовался плотным сложением, а в нижерасположенных слоях плотность снижалась до очень рыхлого – 0,94 г/см<sup>3</sup> (20-30 см) и рыхлого сложения – 1,02 г/см<sup>3</sup> (30-40 см). В целом в слое 0-40 см плотность составляла 1,22 г/см<sup>3</sup>, что характерно для плотной почвы.

Необрабатываемая почва на участке №9 в слоях 0-10 и 30-40 см имела плотное сложение – 1,25 и 1,20 г/см<sup>3</sup> соответственно. В слоях 10-20 и 20-30 см плотность имела меньшие значения, и почва характеризовалась как рыхлая (1,05 г/см<sup>3</sup>) и очень рыхлая (0,81 г/см<sup>3</sup>) соответственно.

В слое 0-30 см участка №10 (агрохолдинг «Русагро») почва была плотной (от 1,27 до 1,30 г/см<sup>3</sup>), а слое 30-40 см – среднеплотной (1,14 г/см<sup>3</sup>). В среднем в слое 0-40 см почва была плотная – 1,25 г/см<sup>3</sup>.

Проанализировав данные по плотности почвы на изучаемых участках, можно сделать вывод, что плотность является переменным показателем, который зависит от многих факторов. Плотность обрабатываемых и необрабатываемых почв в слое 0-40 см изменялась в широких пределах. Так, на обработанных почвах она находилась в интервале от 1,08 г/см<sup>3</sup> до 1,38 г/см<sup>3</sup> (почва участка №2 – рыхлая, участков №4, №8 и №10 – плотная, участка №6 – очень плотная), а при применении технологии No-till – от 1,06 г/см<sup>3</sup> до 1,31 г/см<sup>3</sup> (почва участка №9 – рыхлая, участков №3, №5 и №7 – плотная, участка №1 – очень плотная).

Таким образом, применение технологии No-till на чернозёмных почвах Корочанского района не приводило к существенному увеличению их плотности – разница с обрабатываемыми участками составила в среднем по слою 0-40 см всего 0,04 г/см<sup>3</sup>.

#### Библиография

1. Ширяев А.В. Водопрочность почвенных агрегатов в зависимости от системы обработки почвы / А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова // Материалы конференции «Проблемы и перспективы инновационного развития животноводства». XVII международная научно-производственная конференция (15-16 мая 2013 года). – Белгород, 2013. – С. 36.
2. Ширяев А.В. Влияние систем обработки на водопрочность структуры почвы при возделывании кукурузы на зерно / А.В. Ширяев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – Курск, 2014. – № 7. – С. 53-55.
3. Ширяев А.В. Влияние технологии No-till на водный режим и структурное состояние почвы / А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова, С.Д. Лицуков, А.И. Титовская // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Сборник докладов научно-практической конференции с Международным участием Курского отделения МОО "Общество почвоведов имени В.В. Докучаева". – Курск, 2016. – С. 333-335.
4. Ширяева Н.В. Структурное состояние почвы при возделывании озимой пшеницы по разным предшественникам / Н.В. Ширяева, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова, А.Г. Ступаков, А.О. Симашева, К.К. Хакимова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород, 2018. – № 3 (19). – С. 116-122.
5. Небавский В.А. Опыт внедрения нулевой технологии обработки почвы / В.А. Небавский. – Краснодар, 2003. – 134 с.
6. Лицуков С.Д. Изменение агрофизических показателей плодородия в зависимости от способа обработки почвы / С.Д. Лицуков, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова // Сахарная свекла. – 2016. – № 2. – С. 30-33.
7. Ширяев А.В. Влияние технологии No-Till на плотность почвы / А.В. Ширяев // Материалы конференции «Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий». XX международная научно-производственная конференция (23-25 мая 2016 года). Том 1. – Белгород, 2016. – С. 59.
8. Лицуков С.Д. Агроэкологическая оценка технологии No-till в условиях Белгородской области / С.Д. Лицуков, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова, С.А. Линков, А.Н. Сегидин // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №9. – С.46-48.
9. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур (на примере Белгородской области) [Текст] / А.В. Турьянский, В.И. Мельников, Л.А. Селезнева, Н.Р. Асыка, В.Ф. Ужик и др. – Белгород: Изд. Константа, 2014. – 462 с.

#### References

1. Shiryayev A.V. Vodoprochnost' pochvennyh agregatov v zavisimosti ot sistemy obrabotki pochvy / A.V. Shiryayev, L.N. Kuznecova // Materialy konferencii «Problemy i perspektivy innovacionnogo razvitiya zhivotnovodstva». XVII mezhdunarodnaya nauchno-proizvodstvennaya konferenciya (15-16 maya 2013 goda). – Belgorod, 2013. – S. 36.
2. Shiryayev A.V. Vliyanie sistem obrabotki na vodoprochnost' struktury pochvy pri vzdelyvanii kukuruzy na zerno / A.V. Shiryayev // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – Kursk, 2014. – № 7. – S. 53-55.
3. Shiryayev A.V. Vliyanie tekhnologii No-till na vodnyj rezhim i strukturnoe sostoyanie pochvy / A.V. Shiryayev, L.N. Kuznecova, S.D. Licukov, A.I. Titovskaya // Aktual'nye problemy pochvovedeniya, ekologii i zemledeliya. Sbornik dokladov nauchno-prakticheskoy konferencii s Mezhdunarodnym uchastiem Kurskogo otdeleniya MOO "Obshchestvo pochvovedov imeni V.V. Dokuchaeva". – Kursk, 2016. – S. 333-335.
4. Shiryayeva N.V. Strukturnoe sostoyanie pochvy pri vzdelyvanii ozimoy pshenicy po raznym predshestvennikam / N.V. Shiryayeva, A.V. Shiryayev, L.N. Kuznecova, A.G. Stupakov, A.O. Simasheva, K.K. Hakimova // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. – Belgorod, 2018. – № 3 (19). – S. 116-122.
5. Nebavskij V.A. Opyt vnedreniya nulevoj tekhnologii obrabotki pochvy / V.A. Nebavskij. – Krasnodar, 2003. – 134 s.
6. Licukov S.D. Izmenenie agrofizicheskikh pokazatelej plodorodiya v zavisimosti ot sposoba obrabotki pochvy / S.D. Licukov, A.V. SHiryayev, L.N. Kuznecova // Saharnaya svekla. – 2016. – № 2. – S. 30-33.
7. Shiryayev A.V. Vliyanie tekhnologii No-Till na plotnost' pochvy / A.V. Shiryayev // Materialy konferencii «Problemy i perspektivy innovacionnogo razvitiya agrotekhnologij». XX mezhdunarodnaya nauchno-proizvodstvennaya konferenciya (23-25 maya 2016 goda). Tom 1. – Belgorod, 2016. – S. 59.

8. Licukov S.D. Agroekologicheskaya ocenka tekhnologii No-till v usloviyah Belgorodskoj oblasti / S.D. Licukov, A.V. Shiryaev, L.N. Kuznecova, S.A. Linkov, A.N. Segidin // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2013. – №9. – S.46-48.

9. Organizational and technological standards for the cultivation of crops (for example, Belgorod region) [Text] / A.V. Turyansky, V.I. Melnikov, L.A. Selezneva, N.R. Asyka, V.F. Uzhik et al. - Belgorod: Izd. Constant, 2014. -- 462 p.

#### **Сведения об авторах**

Линков Сергей Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. E-mail: linkovserg@yandex.ru, телефон 8(4722) 39-26-68;

Ширяев Александр Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, телефон 8(4722) 39-26-68;

Акинчин Александр Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, телефон 8(4722) 39-26-68;

Кузнецова Лариса Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия агрохимии и экологии Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, тел. +79056727064.

#### **Information about authors**

Linkov Sergey Alexandrovich, candidate of agricultural Sciences, associate professor of the department of agriculture, agrochemistry and ecology, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin. E-mail: linkovserg@yandex.ru, phone: 8(4722) 39-26-68;

Shiryaev Alexander Vladimirovich, candidate of agricultural Sciences, associate professor of the department of agriculture, agrochemistry and ecology, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, phone: 8(4722) 39-26-68;

Akinchin Alexander Vladimirovich, candidate of agricultural Sciences, associate professor of the department of agriculture, agrochemistry and ecology, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin;

Kuznetsova Larisa Nikolaevna, the candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of agriculture, agrochemistry and ecology, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, phone: +79056727064.

УДК 633.11:631.873

**В.А. Лукьянов, С.Ю. Горбунова, А.И. Стифеев****РОСТ И РАЗВИТИЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
КУЛЬТУРАЛЬНОЙ СРЕДЫ ОТ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ**

**Аннотация.** В процессе производства микроводорослей образуется культуральная среда с ценным химическим составом, которая может быть использована в растениеводстве для увеличения урожайности сельскохозяйственных культур. Проведена биологическая оценка использования культуральной среды от микроводоросли *Chlorella vulgaris Beijerinck* в технологии возделывания озимой пшеницы в полевых условиях. Исследования проводились в 2015-2016 гг. на черноземных почвах Курской области Центрально-Черноземного региона по общепринятым методикам. Культуральная среда была использована после вторых суток по окончании производственного цикла культивирования биомассы микроводоросли *Ch. vulgaris*. Для культивирования микроводоросли использовалась полная минеральная питательная среда Тамия. Схема опыта включала следующие варианты: 1) контрольный вариант; 2) обработка семян культуральной средой 6 л/га; 3) некорневая подкормка культуральной средой 6 л/га. Исследования проводили в 3-кратной повторности, варианты располагались систематически в один ярус с учетной площадью 100 м<sup>2</sup>. Показано, что культуральная среда положительно влияет на рост и развитие озимой пшеницы: обработка семян позволила увеличить всхожесть семян озимой пшеницы на 3,3%, количество перезимовавших растений на 5,1%, урожайность зерна на 1,5%, а некорневая подкормка позволила увеличить количество продуктивных стеблей на 27 шт./м<sup>2</sup> и урожайность озимой пшеницы на 7,3% по сравнению с контролем. Культуральная среда повышала содержание клейковины в зерне озимой пшеницы с 26,4 до 26,8 при обработке семян и с 26,4 до 27,6% при некорневой подкормке в фазу начала кущения. Полученные результаты исследований свидетельствуют о возможности использования культуральной среды для разработки на её основе жидкого удобрения.

**Ключевые слова:** одноклеточные фотосинтезирующие организмы, микроводоросли, хлорелла, культуральная среда, биологическая урожайность, удобрения из микроводорослей.

**GROWTH AND GERMINATION OF WINTER WHEAT WITH USE  
OF CULTURAL MEDIUM FROM MICROALGAE**

**Abstract.** In the process of microalgae production, a culture medium with a valuable chemical composition is formed, which can be used in crop production to increase the yield of agricultural crops. A biological assessment of the medium culture use from microalgae *Chlorella Vulgaris Beijerinck* in the technology of winter wheat cultivation in the field was conducted. The research was conducted in 2015-2016 on black soils of the Kursk region of the Central Black Earth Region according to generally accepted methods. The culture medium was used after the second day after the end of the production cycle for the cultivation of the biomass of the microalgae *Ch. vulgaris*. For the cultivation of microalgae was used full mineral nutrient medium Tamiya. The scheme of the experiment included the following options: 1) a control option; 2) seed treatment with a culture medium of 6 l/ha; 3) foliar top dressing with a culture medium of 6 l/ha. The studies were carried out in 3-fold repetition, the variants were systematically arranged in one tier with a registration area of 100 m<sup>2</sup>. It was shown that the culture medium positively influences the growth and development of winter wheat. Seed processing allowed to increase the germination capacity of winter wheat seeds by 3.3 %, the number of overwintered plants by 5.1%, the yield of grain by 1.5%, and the foliar top dressing allowed to increase the number of productive stems by 27 pieces/m<sup>2</sup> and the yield of winter wheat on 7.3% compared with the control. The received researches results testify to an opportunity of medium cultural use for working out on its basis fertilizer liquid.

**Keywords:** unicellular photosynthetic organisms, microalgae, chlorella, culture medium, biological yield, fertilizers from microalgae.

**Введение.** Микроводоросли - это уникальные одноклеточные фотосинтезирующие организмы, которые являются первичными продуцентами органического вещества и кислорода на Земле. С каждым годом они всё больше и больше привлекают внимание ученых и инвесторов, так как считаются возобновляемым источником биомассы, обладают колоссальными темпами роста и ценным биохимическим составом [2, 12]. Сегодня, они занимают особое место в мировой промышленности [16].

В процессе промышленного выращивания того или иного вида микроводорослей и цианобактерий, остается культуральная среда, которая традиционно не используется и является отходом производства. В зависимости от технологии культивирования, она может иметь абсолютно разный качественный и количественный состав составляющих ее химических соеди-

нений. Широкий спектр макро- и микроэлементов обработанной культуральной среды обуславливает возможность и целесообразность ее использования для обработки семян и растений сельскохозяйственных культур, а также разработки из неё удобрения [5, 7].

В своем составе культуральная среда после отделения биомассы, например хлореллы, содержит водорастворимый азот, фосфор, калий, магний, железо, марганец, бор, цинк, молибден и другие формы элементов, которые мало изучены. Сразу возникает вопрос: как культуральная среда влияет на высшие растения и какие проблемы с их помощью возможно решить в современном сельскохозяйственном производстве?

Проведенные ранее исследования некоторыми учёными с культуральной средой подтверждают положительное её влияние на рост, развитие и урожайность сельскохозяйственных культур, а именно: может увеличивать энергию прорастания семян, всхожесть, количество продуктивных стеблей, кустистость, листовую поверхность, сокращать период вегетации, усиливать устойчивость к неблагоприятным климатическим условиям. В конечном итоге, положительное воздействие отражается на главных показателях производства полевых культур - урожайности и качестве продукции [1, 6, 8, 14, 15].

В связи с этим, цель исследований заключалась в оценке биологической эффективности влияния культуральной среды от микроводоросли *Ch.vulgaris* на рост и развитие озимой пшеницы в условиях Центрально-Черноземного региона.

**Объекты и методы исследования.** В эксперименте использовали культуральную среду, которая была получена через двое суток после начала культивирования путем отделения биомассы микроводоросли *Ch.vulgaris*. Штамм для производства микроводоросли *Chlorella vulgaris* Beyerinck [Beijerinck] был использован из коллекции Научно-образовательного центра коллективного пользования ФГБУН ИМБИ «Коллекция гидробионтов Мирового океана». Производство биомассы осуществляли на полной минеральной питательной среде Тамия в промышленных фотобиореакторах открытого интенсивного типа [11, 13]. Биомассу микроводоросли использовали как сырье для производства кормовой добавки для животных, а культуральную среду для анализа и проведения исследований. Цикл производства составлял 48 часов. Культуральная среда имела следующий химический состав, г/л: общий азот-0,40, фосфор-0,20, калий-0,30, магний-0,06, железо-0,001, кальций-0,15.

Дальнейшие исследования проводили на озимой пшенице сорта «Гром» в полевых условиях в севообороте со следующим чередованием культур: 1. Чистый пар; 2. *Озимая пшеница*; 3. Сахарная свекла; 4. Яровой ячмень. Схема полевого опыта и содержание вариантов: 1) контроль (фон N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>); 2) обработка семян культуральной средой в дозе 6 л/га; 3) некорневая подкормка культуральной средой в фазу кущения в дозе 6 л/га. Опыты проводили в 3-кратной повторности, варианты располагались систематически в один ярус [3]. Делянки имели форму вытянутого прямоугольника с учетной площадью 100 м<sup>2</sup>. За период исследований проводили фенологические наблюдения: определяли густоту стояния растений, всхожесть, перезимовку растений, общую выживаемость, количество общих и продуктивных стеблей, число зерен в колосе, массу 1000 семян, урожайность [4, 10]. Уборку и учет урожая проводили самоходным комбайном «Сампо» прямым комбайнированием. В образцах зерна озимой пшеницы определяли содержание сырой клейковины. Для обработки экспериментальных данных применялся дисперсионный метод математического анализа.

**Результаты и обсуждение.** Посев озимой пшеницы проводился 14 сентября 2015 года. Всходы озимой пшеницы появились на 12-й день после посева (26.09.2015). Разницы в наступлении фенологических фаз развития озимой пшеницы в осенний период вегетации по вариантам опыта не наблюдалось. Перезимовка озимой пшеницы проходила в благоприятных условиях. Возобновление вегетации озимой пшеницы началось 10 апреля с переходом среднесуточной температуры воздуха через 5°С в сторону дальнейшего повышения (рис. 1).



**Рис. 1. Некорневая подкормка озимой пшеницы культуральной средой в фазу начала кущения, 2016 г.**

В ходе проведенных полевых исследований было установлено, что обработка семян и посевов озимой пшеницы культуральной средой от *Ch.vulgaris* оказывала положительное влияние на параметры роста и развития озимой пшеницы: увеличивала полевую всхожесть семян, улучшала перезимовку растений и общую выживаемость (табл. 1).

**Таблица 1 - Полевая всхожесть семян и перезимовка озимой пшеницы с применением культуральной среды, 2016 г.**

Варианты	Количество растений, шт./м <sup>2</sup>				Полевая всхожесть, %	Перезимовка, %	Общая выживаемость, %
	Число всходов	Осенью	Весной	Перед уборкой			
1. Контроль (фон N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> )	402	442	380	364	80,4	86,0	82,4
2. Культуральная среда	418	472	430	411	83,7	91,1	87,1

Осенний подсчет густоты стояния озимой пшеницы показал, что обработка семян культуральной средой повышала полевую всхожесть семян на 3,3%, и количество стеблей перед уходом в зиму на 30 шт. Количество стеблей растений перед зимовкой в варианте с использованием культуральной среды превысило контрольный вариант на 6,8 % и составило 472 шт. При этом количество перезимовавших растений с 1 м<sup>2</sup> в опытном варианте оказалось выше на 13,2 %.

Весенний подсчет густоты стояния озимой пшеницы свидетельствует о положительном влиянии культуральной среды на перезимовку растений. Обработка семян повысила процент перезимовки озимой пшеницы на 5,1%.

Общая выживаемость растений озимой пшеницы увеличивалась относительно контрольного варианта с 82,4 до 87,1%. Таким образом, можно судить о том, что химический состав культуральной среды позволил повлиять на биологические процессы, протекающие в растениях озимой пшеницы и компенсировать часть питательных элементов для её роста и развития (рис. 2).

Перед уборкой урожая прямым комбайнированием, была проведена оценка влияния культуральной среды на элементы структуры урожая озимой пшеницы (табл. 2).

Так, обработка семян растений культуральной средой оказала положительное воздействие не только на количество продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup>, которое превысило контрольный вариант на 18 шт., но и на число зерен в колосе. Масса 1000 семян и натура зерна изменялась несущественно, достоверных различий не выявлено.

**Таблица 2 - Элементы структуры урожая озимой пшеницы с применением культуральной среды, 2016 г.**

Варианты	Количество продуктивных стеблей перед уборкой, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г	Натура зерна, г/л
Обработка семян				
1. Контроль (фон N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> )	364	30,2	39,5	784
2. Культуральная среда	411	30,2	39,2	785
Некорневая подкормка				
1. Контроль (фон N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> )	364	30,2	39,5	784
2. Культуральная среда	419	31,0	39,5	786



**Рис. 2. Опытные деланки, подготовленные к уборке и учету урожая озимой пшеницы, 2016 г.**

Использование культуральной среды от микроводоросли *Ch.vulgaris* в качестве минерального удобрения позволило увеличить урожайность зерна озимой пшеницы (табл. 3).

**Таблица 3 - Урожайность озимой пшеницы с применением культуральной среды, 2016 г. (НСР<sub>05</sub> = 1,4).**

Варианты	Средняя урожайность, ц/га
Обработка семян	
1. Контроль (фон N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> )	53,4
2. Культуральная среда	54,2
Некорневая подкормка	
1. Контроль (фон N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> )	53,4
2. Культуральная среда	57,3

Обработка семян культуральной средой *Ch.vulgaris* повысила урожайность озимой пшеницы на 0,8 ц/га или 1,5 %. Некорневая подкормка позволила увеличить урожайность на 3,9 ц/га или 7,3%.

Было установлено, что использование культуральной среды в качестве удобрения при обработке семян и некорневой подкормке озимой пшеницы влияет на содержание сырой клейковины в зернах - разница с контрольным вариантом составила 0,4 и 1,2% соответственно (табл. 4).

**Таблица 4 - Содержание клейковины в зерне озимой пшеницы с применением культуральной среды, 2016 г.**

Варианты	Содержание клейковины, %
Обработка семян	
1. Контроль (фон NPK)	26,4
2. Культуральная среда	26,8
Некорневая подкормка	
1. Контроль (фон N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> )	26,4
2. Культуральная среда	27,6

**Заключение.** Экспериментально показано, что культуральную среду, которая остается как продукт отхода производства выращивания микроводорослей и требует утилизации, можно использовать в качестве удобрения при выращивании сельскохозяйственных культур.

Обработка семян и посевов озимой пшеницы культуральной средой оказывает положительное воздействие на густоту стояния растений, процент их перезимовки, полевую всхожесть семян, структуру урожая. При некорневой подкормки растений, урожайность озимой пшеницы увеличивалась на 7,3%, по сравнению с контрольным вариантом. Предложенный подход позволяет организовать безотходное производство выращивания микроводорослей, сократив затраты на утилизацию отработанных питательных сред и приготовление удобрений на их основе. Однако, следует учитывать, что эффективность подобных удобрений зависит от содержания в нём питательных элементов и формы, в которой они присутствуют. Основываясь на имеющемся опыте производства микроводорослей, исследования по изучению культуральной среды продолжаются.

Работа подготовлена по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ «Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса», номер гос. регистрации АААА-А18-118021350003-6.

#### Библиография

1. Горбунова С.Ю. Потенциальная продуктивность микроводоросли *Chlorella vulgaris* на темно-серых лесных почвах Центрального Черноземья / С.Ю. Горбунова, В.А. Лукьянов // «Pontus Euxinus 2015». 2015. С.48-49.
2. Гудвилевич И.Н. Биологическая ценность БАД на основе спирулины / Гудвилевич И.Н., Боровков А.Б.//Бюллетень ГНБС. 2012. Вып. 105. С. 130-133.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов.//М.: Агропромиздат, 2005.-351 с.
4. Ермаков И.П. Физиология растений: учебное пособие / И.П. Ермаков.//М.: Издательский центр «Академия», 2005.-640 с.
5. Лукьянов В.А. Агроэкологические особенности одноклеточных фотосинтезирующих организмов в условиях Центрального Черноземья / В.А.Лукьянов, А.И. Стифеев // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. №1(9). С.60-68.
6. Лукьянов В. А. Прикладные аспекты применения микроводорослей в агроценозе / В. А. Лукьянов, А. И. Стифеев.// Курск: Издательство Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2014. 181 с.
7. Максимова И.В. Внеклеточные органические продукты микроводорослей / И.В. Максимова, Н.В. Горская // Химический состав.-1980.-№6.-С. 5.
8. Панкратова Е. М. Цианобактерии как возможные организмы для создания бактериальных препаратов / Е.М. Панкратова, А.А. Калинин // Роль научн. послед.в развитии с.-х. производства Кировской обл.-1991.-С. 25.
9. Плеханов С.Е. Внеклеточное органическое вещество водоросли *Chlorella*: количественные аспекты / Плеханов С.Е., Максимова И.В.//Вестник Моек ун-та. Сер. 16. Биол. 1997. №2. С.2.
10. Попкова К.В. Общая фитопатология / К. В. Попкова. //Москва, 2005.-445 с.



11. Тренкеншу Р.П. Простейшие модели роста микроводорослей. Периодическая культура/ Тренкеншу Р.П. // Экология моря. 2005. Вып. 67. С. 89-97.
12. Тренкеншу Р.П. Унифицированная установка для лабораторных исследований микроводорослей / Тренкеншу Р.П., Лелеков А.С., Боровков А.Б., Новикова Т.М.// Вопросы современной альгологии. 2017. № 1 (13). URL: <http://algology.ru/1097>
13. Цоглин Л.Н. Биотехнология микроводорослей / Л.Н. Цоглин, Н.А. Пронина// -М.: Научный мир, 2012.-184 с.
14. Чапаева С.А. Физиологическое состояние культур зеленых микроводорослей и накопление внеклеточных органических вещества: автореф. ... канд. биол. наук: 03.00.18 / Чапаева Салимат Алиловна.//М., 2004.-28 с.
15. Читао С.И. Внеклеточные вещества липидной природы синезеленых водорослей: диссерт. кад.биол.наук / Читао С. И.//М.:, 1984.-168 с.
16. Stephen P. Microalgal Production for Biomass and High-Value Products./ Stephen P. Slocombe, John R. Benemann.// Taylor & Francis, 2016 – 334 p.

#### References

1. Gorbunova S. Y., the Potential productivity of microalgae *Chlorella vulgaris* on dark gray forest soils of the Central Chernozem region / S. Yu. Gorbunov, V. A. Luk'yanov // "Pontus Euxinus 2015". 2015. С. 48-49.
2. Gudvilovich I. N. The biological value of dietary SUPPLEMENTS based on spirulina / Gudvilovich I. N., Borovkov A. B.//Bulletin of the GNBS. 2012. Issue. 105. P. 130-133.
3. Dospekhov B. A. Methods of field experience / B. A. Armor.//М: Agropromizdat, 2005.-351 p.
4. Ermakov, I. P. plant Physiology: textbook / I. P. Ermakov.// М.: publishing center "Academy", 2005.-640 p.
5. Lukyanov V. A. Agroecological features single-celled photosynthetic organisms in conditions of the Central Chernozem region / A. V. Lukyanov, A. I. Stafeev // Innovation in agriculture: problems and prospects. 2016. No. 1 (9). P. 60-68.
6. Luk'yanov V. A. Applied aspects of the use of microalgae in agrocenosis / V. Lukyanov, A. I. Stafeev.// Kursk: Publishing house of Kursk state agricultural Academy, 2014. 181 p.
7. Maksimova I. V. Extracellular organic products of microalgae / I. V. Maksimova, N. B. Mountain // Chemical composition.-1980.- №6.-С. 5.
8. Pankratova E. M. Cyanobacteria as possible organisms for the creation of bacterial preparations / E. M. Pankratova, A. A. Kalinin // Role nauchn. afterbirth.in the development of agricultural production of the Kirov region-1991.- P. 25.
9. Plekhanov, S. E. Extracellular organic substances of *Chlorella*: quantitative aspects / Plekhanov, S. E., Maksimova, I. V.//Bulletin of Sinks Univ. Ser. 16. Biol. 1997. No. 2. С. 2.
10. Popkov V. K. General plant pathology / K. V. Popkov. //Moscow, 2005.-445 S.
11. Trenkenshu R. P. Simplest models of microalgae growth. Periodic culture/ Trenkenshu R. P. // Ekologiya morya. 2005. Issue. 67. P. 89-97.
12. Trenkenshu R. P. a Unified installation for laboratory analysis of microalgae / Trenkenshu R. P., Lelekov A. S., Borovkov A. B., Novikova T. M.// problems of modern Algology. 2017. No. 1 (13). URL: <http://algology.ru/1097>
13. Tsoglin L. N. Biotechnology of microalgae/ L. N. Tsoglin, N. Ah. Pronina // - М.: Scientific world, 2012.-184 p.
14. Чапаева С. А. Physiological state of green microalgae cultures and accumulation of extracellular organic matter: autoref. ... kand. Biol. Sciences: 03.00.18 / Chapayev, Salimat Halelovna.//М., 2004.-28 p.
15. Chitao S. I. Extracellular substances of lipid nature of blue-green algae: dissert. CAD.Biol.Sciences / Chitao S. I. // М.:, 1984.-168 p.
16. Stephen P. Microalgal Production for Biomass and High-Value Products./ Stephen P. Slocombe, John R. Benemann.// Taylor & Francis, 2016 – 334 p.

#### Сведения об авторах

Лукьянов Вячеслав Анатольевич – кандидат биологических наук, заместитель директора по научной работе ООО «Альготек», г. Курск, Российская Федерация, E-mail: [lukyanov27@mail.ru](mailto:lukyanov27@mail.ru).

Горбунова Светлана Юрьевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела Биотехнологий и фиторесурсов ФГБУН Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского, г. Севастополь, Российская Федерация, тел. 8(978) 831-59-38, E-mail: [svetlana\\_8423@mail.ru](mailto:svetlana_8423@mail.ru).

Стифеев Анатолий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии, садоводства и защиты растений ФГБОУ ВО Курская ГСХА, г. Курск, Российская Федерация, тел. 8(4712) 53-15-00.

#### Information about authors

Lukyanov Vyacheslav V. - Candidate of Biological Sciences, Deputy Director for Research, Algotek LLC, Kursk, Russian Federation, E-mail: [lukyanov27@mail.ru](mailto:lukyanov27@mail.ru).

Gorbunova Svetlana Yu. - Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Department of Biotechnology and Phytoresources of the Institute of Marine Biological Research named after A.O. Kovalevsky, Sevastopol, Russian Federation, tel. 8(978) 831-59-38, E-mail: [svetlana\\_8423@mail.ru](mailto:svetlana_8423@mail.ru).

Stifeev Anatolii I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Department of Ecology, horticulture and plant protection, Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov, Kursk, Russian Federation, tel. 8(4712) 53-15-00.

УДК 631.416.8:631.8:631.445.4

*Т.С. Морозова, Е.Ю. Колесниченко*

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМАТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА НАКОПЛЕНИЕ КАДМИЯ И СВИНЦА В ЧЕРНОЗЕМЕ ТИПИЧНОМ

**Аннотация.** Почвенный покров – это обязательный компонент любой экосистемы, который активно подвержен негативным факторам. Почва активно подвержена к антропогенному воздействию, что нарушает ее состояние. В условиях интенсивного применения в сельском хозяйстве удобрений, актуальным становится вопрос об эколого-агрохимической оценке состояния почв и возделываемых на них растений. В многолетнем полевом опыте наблюдали накопление кадмия и свинца в чернозёме типичном под действием минеральных и органических удобрений и их совместном действии. Длительное внесение минеральных и органических удобрений и их совместное внесение изменяет содержание подвижных форм кадмия и свинца в почве. За период 2001-2019 годы отмечается существенное увеличение (в 5 раз) содержания подвижных форм кадмия и свинца в почве. Накопление валовых форм кадмия в почве менее выражено – в среднем в 2 раза за 18 лет, наибольшее его увеличение (в 3 раза) отмечается при внесении минеральных удобрений в дозе  $N_{120}P_{120}K_{120} + N_{30}$  на фоне последствия 80 т/га навоза. Внесение минеральных удобрений повышает содержание кадмия в зерне на 0,03 и 0,01 мг/кг, однако это не превышает ПДК. Коэффициент биологического поглощения и коэффициент накопления кадмия озимой пшеницей под влиянием удобрений повышаются. В соломе озимой пшеницы процесс накопления кадмия происходит интенсивнее, чем в зерне. Несмотря на то, что длительное применение удобрений не привело к превышению ПДК по кадмию и свинцу, наблюдается тенденция накопления их в почве, что свидетельствует о необходимости постоянного контроля содержания их в почве, а также аналитического контроля вносимых удобрений на содержание тяжёлых металлов.

**Ключевые слова:** навоз, минеральные удобрения, кадмий, свинец, подвижность, коэффициент накопления, коэффициент биологического поглощения.

### AGRI-ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF SYSTEMATIC APPLICATION OF FERTILIZERS ON THE ACCUMULATION OF CADMIUM AND LEAD IN THE TYPICAL CHERNOZEM

**Abstract.** Soil cover is a mandatory component of any ecosystem that is actively susceptible to negative factors. The soil is actively exposed to anthropogenic effects, which violates its condition. In the context of intensive use of fertilizers in agriculture, the question of ecological and agrochemical assessment of the condition of soils and plants cultivated on them becomes relevant. In many years of field experience, the accumulation of cadmium and lead in chernozem typical under the influence of mineral and organic fertilizers and their combined action was observed. Prolonged application of mineral and organic fertilizers and their combined application changes the content of mobile forms of cadmium and lead in the soil. Over the period 2001-2019, there was a significant increase (5 times) in the content of mobile forms of cadmium and lead in the soil. The accumulation of gross forms of cadmium in the soil is less pronounced - by a factor of 2–3 for 18 years; its greatest increase is noted when mineral fertilizers are applied at a dose of  $N_{120}P_{120}K_{120} + N_{30}$  against the background of aftereffect of 80 t / ha of manure. Application of mineral fertilizers increases the content of cadmium in grain by 0.03 and 0.01 mg/kg, one-to-one it does not exceed MPC. The biological absorption coefficient and the accumulation coefficient of cadmium by winter wheat under the influence of fertilizers are increased. In winter wheat straw, cadmium accumulation is more intense than in grain. Although the long-term use of fertilizers has not led to an excess of cadmium and lead MPC, there is a tendency to accumulate them in the soil, which indicates the need for constant control of their content in the soil, as well as analytical control of the applied fertilizers for the content of heavy metals.

**Keywords:** dung, mineral fertilizers, cadmium, lead, mobility, accumulation factor, coefficient of biological absorption.

Применение минеральных удобрений в сельском хозяйстве направлено на увеличение содержания в почве элементов питания растений с целью увеличения урожайности сельскохозяйственных культур. Установлено, что до 40-50 % прироста урожая формируется за счёт применения удобрений на чернозёмных почвах. Однако наряду с действующим веществом основных элементов питания в почву поступает различные химические вещества, в том числе тяжёлые металлы (ТМ), которые очень токсичны для растений [1, 3, 10].

Проблема загрязнения почв и растений тяжёлыми металлами в настоящее время весьма актуальна, так как повышенное содержание их в почве и сельскохозяйственных растениях вредно для человека и животных и во многом определяет пригодность продуктов растениеводства в качестве источника пищи и кормов. Почва служит мощным их аккумулятором и

практически не теряет со временем. Особенно прочно фиксируют тяжелые металлы и многие неметаллы верхние гумуссодержащие горизонты, то есть наиболее плодородный слой [6, 7, 8, 9].

К числу приоритетных загрязняющих веществ и в соответствии с ГОСТ 17.4.1.02-83 принадлежат свинец и кадмий – относятся к первому классу опасности, что связано как со свойствами самих элементов, так и с большим разнообразием их источников и высокой интенсивностью поступления в экосистемы [2,5].

Поступление кадмия может быть связано с широким использованием в сельском хозяйстве фосфатов. Свинец поставляется в агросферу в основном с отработанными газами двигателей внутреннего сгорания автомобильного транспорта [4,12].

По данным Н.С. Четвериковой (2013) на территории Белгородской области загрязнение почв из-за выбросов автотранспорта – значимый фактор только в отношении придорожных экосистем. Исследованиями подтверждено, что концентрации свинца и других металлов достигают относительно высоких значений только по обочинам автотрасс, но даже там величины этих показателей не превышают пределов адаптации к ним растений. Следовательно, основной источник поступления микроэлементов в агроценозы – удобрения, прежде всего органические [12,13].

Объективно оценить существующую экологическую обстановку и прогнозировать результаты антропогенной нагрузки на почву в результате систематического применения удобрений позволяют исследования только в условиях длительных стационарных опытов.

Цель исследований – изучить влияние длительного применения удобрений на содержание кадмия и свинца в черноземе типичном.

Исследования проведены на базе многолетнего стационарного полевого опыта лаборатории мониторинга и плодородия почв ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН».

Полевой опыт заложен в 1987 году. Почва опытного участка - чернозем типичный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке с содержанием гумуса 5,0 %, суммой поглощённых оснований 34,2-36,4 мг-экв/100 г почвы, гидролитической кислотностью 2,5-2,7 мг-экв/100 г почвы, рН<sub>сол</sub> 5,6-5,8; содержание подвижного фосфора и обменного калия (по Чирикову) 55-60 и 105-125 мг/кг почвы соответственно.

Исследования проводили в условиях зернопропашного севооборота горох - озимая пшеница - сахарная свекла - ячмень - кукуруза на силос. Схема опыта: 1. без удобрений (контроль); 2. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> + N<sub>30</sub>рано весной; 3. N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub>рано весной; 4. навоз 40 т/га (последействие); 5. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> + N<sub>30</sub>рано весной + навоз 40 т/га (последействие); 6. N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub>рано весной + навоз 40 т/га (последействие); 7. навоз 80 т/га (последействие); 8. N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> + N<sub>30</sub>рано весной + навоз 80 т/га (последействие); 9. N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> + N<sub>30</sub>рано весной + навоз 80 т/га (последействие).

Согласно схеме опыта минеральные удобрения в виде азофоски (16:16:16) ежегодно вносили под основную обработку и 30 кг/га д.в. азота для проведения подкормки аммиачной селитрой (34,5 % N) рано весной.

Из органических удобрений применяли навоз КРС. Навоз вносили под сахарную свёклу один раз за ротацию севооборота. В расчете на простое воспроизводство почвенного плодородия навоз вносился в одинарной дозе, которая составляла 40 т/га, а в расчете на расширенное воспроизводство доза внесения навоза была увеличена вдвое и составляла 80 т/га.

Все агротехнические мероприятия на всех вариантах выполнялись одновременно и одной техникой.

Содержание подвижных форм кадмия и свинца, а также валовых форм кадмия в почве и содержание кадмия в продукции озимой пшеницы определяли в испытательной лаборатории Белгородского государственного аграрного университета. Также в работе использованы материалы локального агроэкологического мониторинга по выявлению содержания тяжёлых металлов в почвах лесостепной и степной зон Белгородской области, проведённого сотрудниками Белгородского НИИСХ совместно с Центром агрохимической службы «Белгородский» в 2001 году.

В результате проведенного мониторинга установлено, что на территории Белгородской области средневзвешенное содержание валового кадмия составляет 0,35 мг/кг, а его содержание в пахотном слое почвы колеблется 0,27-0,42 мг/кг валовых форм и 0,030-0,160 мг/кг с большими показателями в степной зоне.

На базе стационарного полевого опыта в период с 2001 по 2011 гг. проводились исследования по выявлению агротехнических приёмов на содержание тяжёлых металлов в почве. В 2001 году в почве опытного участка содержание валовых и подвижных форм кадмия в верхнем слое почвы (0-20 см) составило в среднем 0,27 и 0,04 мг/кг соответственно [11].

Для того чтобы оценить степень загрязнения почв тяжёлыми металлами, необходимо знать его валовое содержание (табл. 1).

**Таблица 1 – Содержание валовых форм кадмия в слое почвы 0-30 см, мг/кг**

Вариант	Годы исследования		
	2001 г.	2015 г.	2019 г.
Контроль	0,29	0,72	0,74
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,30	0,75	0,78
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	0,32	0,78	0,81
Навоз 40*	0,27	0,62	0,64
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +навоз 40*	0,26	0,73	0,78
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> +навоз 40*	0,28	0,78	0,83
Навоз 80**	0,30	0,68	0,83
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +навоз 80**	0,31	0,86	0,86
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> +навоз 80**	0,31	0,86	0,91
<b>ОДК</b>	<b>1,0</b>		

**Примечание:** \* – последствие 40 т/га навоза; \*\* – последствие 80 т/га навоза

Длительный период внесения минеральных и органических удобрений не приводит к значительному повышению содержания валового кадмия в почве. Так, содержание валовых форм кадмия по сравнению с исходными показателями существенно увеличилось по всем вариантам опыта в среднем в 2-2,5 раза.

Тяжелые металлы поступают в почву в различных формах, например карбонатов, оксидов с ограниченной растворимостью, поэтому только часть из них может быть доступна для растений, та часть токсичных элементов, которая переходит в растения, очень опасна для объектов окружающей среды.

Поступление тяжелых металлов в растения главным образом проходит через почвенный раствор, который является главным источником питательных элементов для растений, через корневую систему растения активно поглощают элементы питания и вместе с ними подвижные формы тяжелых металлов. В большей степени на скорость поглощения токсичных веществ растениями влияет содержание их подвижных форм в почве.

Следовательно, для оценки вероятности загрязнения сельскохозяйственной продукции тяжёлыми металлами важно знать содержание их подвижных форм.

Информация по содержанию подвижных форм кадмия представлена в таблице 2.

Полученные данные показывают, что регулярное внесение минеральных и органических удобрений и их совместное внесение изменяют содержание подвижных форм кадмия в почве.

Внесение минеральных удобрений, органических удобрений и внесение минеральных удобрений на фоне последствие навоза приводит к увеличению подвижных форм кадмия в почве и, следовательно, может оказать отрицательное влияние на агроэкологическое состояние почвы.

Таблица 2 – Содержание подвижных форм кадмия в почве в слое 0-30 см, мг/кг

Вариант	Годы исследования		
	2013 г.	2015 г.	2019 г.
Контроль	0,14	0,18	0,22
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,12	0,13	0,26
N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	0,11	0,11	0,26
Навоз 40	0,08	0,15	0,23
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + Навоз 40	0,17	0,17	0,22
N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> +Навоз 40	0,08	0,11	0,26
Навоз 80	0,07	0,14	0,27
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +Навоз 80	0,07	0,15	0,19
N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> + Навоз 80	0,14	0,10	0,09
ОДК	1,0		

Примечание: \* – последствие 40 т/га навоза; \*\* – последствие 80 т/га навоза

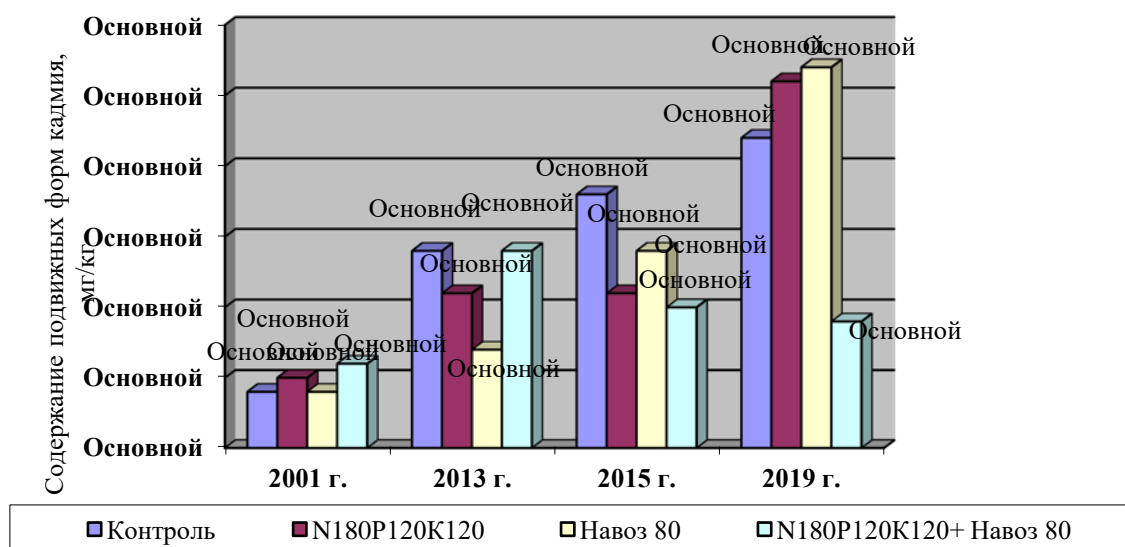


Рис. 1. Содержание подвижных форм кадмия в слое почвы 0-30 см, мг/кг

В период с 2001 по 2019 год внесение отдельно органических и минеральных удобрений в почву увеличило содержание подвижного кадмия в 5 раз.

Для оценки влияния средств химизации на превращения кадмия в почве нами рассчитан коэффициент его подвижности, который представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Коэффициент подвижности кадмия, %

Вариант	Годы исследования		
	2013 г.	2015 г.	2019 г.
Контроль	13,8	25,0	29,7
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	16,7	17,3	33,3
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	15,6	14,1	32,1
Навоз 40*	11,1	24,2	35,9
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +навоз 40*	19,2	23,3	28,2
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> +навоз 40*	17,9	14,1	31,3
Навоз 80**	13,3	20,6	32,5
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +навоз 80**	16,1	17,4	22,1
N <sub>150</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> + навоз 80**	19,4	11,6	9,9

Примечание: \* – последствие 40 т/га навоза; \*\* – последствие 80 т/га навоза

Повышению подвижности кадмия в почве способствует внесение минеральных удобрений, особенно в двойной дозе. В период с 2001 по 2019 год подвижность кадмия существенно возросла.

Положительное действие навоза и минеральных удобрений на фоне последействия навоза на снижение коэффициента подвижности кадмия объясняется тем, что одновременно с образованием карбонатов и бикарбонатов в почве образуются и комплексные соединения кадмия с органическим веществом почвы и фосфат ионами.

Накопление в почве тяжелых металлов, обладающих биоцидным действием (ртуть, кадмий, свинец и др.), входящих в состав пестицидов и удобрений может стать причиной накопления их различными частями растений и как следствие приведет к загрязнению продуктов питания и кормов.

В таблице 4 представлены данные о накоплении кадмия в основной и побочной продукции озимой пшеницы.

При анализе образцов озимой пшеницы было выявлено, что содержание кадмия в соломе несколько выше, чем в зерне, что подтверждает положение о большей их аккумуляции в органах не участвующих в репродукции.

На варианте без внесения удобрений содержание кадмия в соломе составило 0,05, что на 0,02 мг/кг или в 1,2 раза больше, чем в зерне.

Удобрения способствовали накоплению токсиканта в растении, причем темпы накопления кадмия в зерне по отношению к соломе возрастали соответственно их дозам.

**Таблица 4 – Содержание кадмия в основной и побочной продукции в среднем за 2015-2019 гг., мг/кг**

Вариант	Зерно	Солома
Контроль	0,05	0,07
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	0,06	0,07
N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	0,07	0,09
Навоз 40*	0,07	0,08
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + Навоз 40*	0,07	0,08
N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> +Навоз 40*	0,08	0,07
Навоз 80**	0,06	0,07
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +Навоз 80**	0,07	0,08
N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> + Навоз 80**	0,07	0,09
<b>ПДК</b>		<b>0,1</b>

**Примечание:** \*– последействие 40 т/га навоза; \*\*– последействие 80 т/га навоза

Для того чтобы оценить интенсивность поступления кадмия в растениеводческую продукцию нами рассчитан коэффициент биологического поглощения.

Значения коэффициентов накопления для различных сельскохозяйственных культур существенно изменяется, определяющими факторами варьирования являются почвенные условия и биологические особенности культур. Максимально накапливать тяжелые металлы способны листья бобовых культур, листовые овощи, вегетативная масса трав и солома зерновых культур [2].

**Таблица 5 – Коэффициент биологического поглощения кадмия продукцией озимой пшеницы в среднем за 2015-2019 гг., %**

Вариант	Зерно	Солома
Контроль	6,9	9,7
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	7,9	9,3
N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	8,6	11,5
Навоз 40*	10,9	12,9
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> + Навоз 40*	8,9	10,9
N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> +Навоз 40*	9,6	8,9
Навоз 80**	7,2	10,2
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +Навоз 80**	8,1	9,3
N <sub>180</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> + Навоз 80**	7,6	10,5

**Примечание:** \*– последействие 40 т/га навоза; \*\*– последействие 80 т/га навоза

Коэффициент биологического поглощения кадмия изменяется в широких пределах: 6,9-10,9 % для зерна и 8,9-12,5 % для соломы, что позволяет отнести кадмий к элементам сильной интенсивности поглощения. КБП указывает на степень доступности элемента для растений и его поведении в системе «почва – растение».

Коэффициент биологического поглощения кадмия зерном на контроле составил 6,9 %. Внесение минеральных удобрений в дозах  $N_{90}P_{60}K_{60}$  и  $N_{150}P_{120}K_{120}$  увеличили КБП на 1,0-1,7 % соответственно. В вариантах с последствием 40 и 80 т/га навоза данный показатель увеличивается по сравнению с контрольным вариантом на 2,9 и 3,3 % соответственно. При внесении минеральных удобрений на фоне последствия навоза величина коэффициента биологического поглощения кадмия несколько снижается.

Коэффициент биологического поглощения кадмия соломой изменялся от 9,7 % на контроле до 12,9 % в варианте с последствием 40 т/га навоза.

Для более полной оценки количества металла, перешедшего из почвы в растения, был рассчитан коэффициент накопления (Кн) – отношение содержания элемента в золе растений к содержанию его подвижных форм в почве (табл. 6).

**Таблица 6 – Коэффициент накопления кадмия продукцией озимой пшеницы в среднем за 2015-2019 гг., %**

Вариант	Зерно	Солома
Контроль	25,0	35,0
$N_{90}P_{60}K_{60}$	30,8	35,9
$N_{180}P_{120}K_{120}$	37,8	48,6
Навоз 40*	36,8	42,1
$N_{90}P_{60}K_{60}$ + Навоз 40*	35,9	41,0
$N_{180}P_{120}K_{120}$ +Навоз 40*	43,2	37,8
Навоз 80**	29,3	34,1
$N_{90}P_{60}K_{60}$ +Навоз 80**	41,2	47,1
$N_{180}P_{120}K_{120}$ + Навоз 80**	73,7	94,7

**Примечание:** \* – последствие 40 т/га навоза; \*\* – последствие 80 т/га навоза

Анализ коэффициентов накопления показал, что кадмий накапливается растениями озимой пшеницы с вариацией значений в пределах Кн = 25,0-73,3 % для зерна и 34,1-94,7 % для соломы. Коэффициенты накопления Cd соломой превышали КН зерном в 1,4 раза.

Коэффициент накопления кадмия зерном на контроле составил 25,0 %. Внесение минеральных удобрений усиливало накопление кадмия зерном. Двойная доза минеральных удобрений увеличила коэффициент накопления на 12,8 %. Максимальное повышение коэффициента накопления (на 48,7 %) отмечено в вариантах с внесением  $N_{150}P_{120}K_{120}$  на фоне последствия 80 т/га навоза.

Исследования, проведённые нами, показывают, что интенсивнее накопление кадмия соломой озимой пшеницы по сравнению с зерном.

Максимальному увеличению Кн кадмия соломой способствовало внесение двойной дозы минеральных удобрений на фоне последствия 80 т/га навоза, в этом варианте отмечено увеличение на 59,7 %, относительно контроля.

На наш взгляд, влияние на изменение КБП оказывает реакция почвенного раствора. Кроме того, внесение минеральных удобрений и последствие органических удобрений способствует более интенсивному росту и развитию растений, в процессе которого при дыхании, корневой системой растений выделяется углекислый газ, который при взаимодействии с почвенным раствором подкисляет реакцию почвенной среды. В связи с этим поглощающая активность растений усиливается, и коэффициент биологического поглощения увеличивается.

Повышение КБП в вариантах с последствием навоза, на наш взгляд, вызвано активностью процессов минерализации органического вещества.

В результате исследований установлено положительное действие минеральных удобрений на фоне последствия навоза на снижение поступления кадмия в зерно и солому озимой пшеницы, за счёт образования труднорастворимых соединений с кадмием.



Также нами было изучено влияние удобрений на накопление свинца в почве (рис.2).

По данным С.И. Тютюнова и др. (2012) средневзвешенное содержания валового свинца в почвах Белгородской области составляет 14,3 мг/кг. Содержание его валовых форм в пахотном слое почвы варьирует от 7,49 до 15,5 мг/кг, подвижных – 0,99-2,30 мг/кг. По материалам НИР, проведённых на территории Белгородской области было установлено, что содержание валовых форм элемента зависит от гранулометрического состава и кислотности почв [10].

Исследования по изучению влияния технологических приёмов в севооборотах на содержание подвижных и валовых форм свинца в почве опытного участка впервые были проведены в 2001 году. После уборки озимой пшеницы в июле 2019 года нами были отобраны образцы почвы и определено содержание подвижных форм свинца (рис.2).

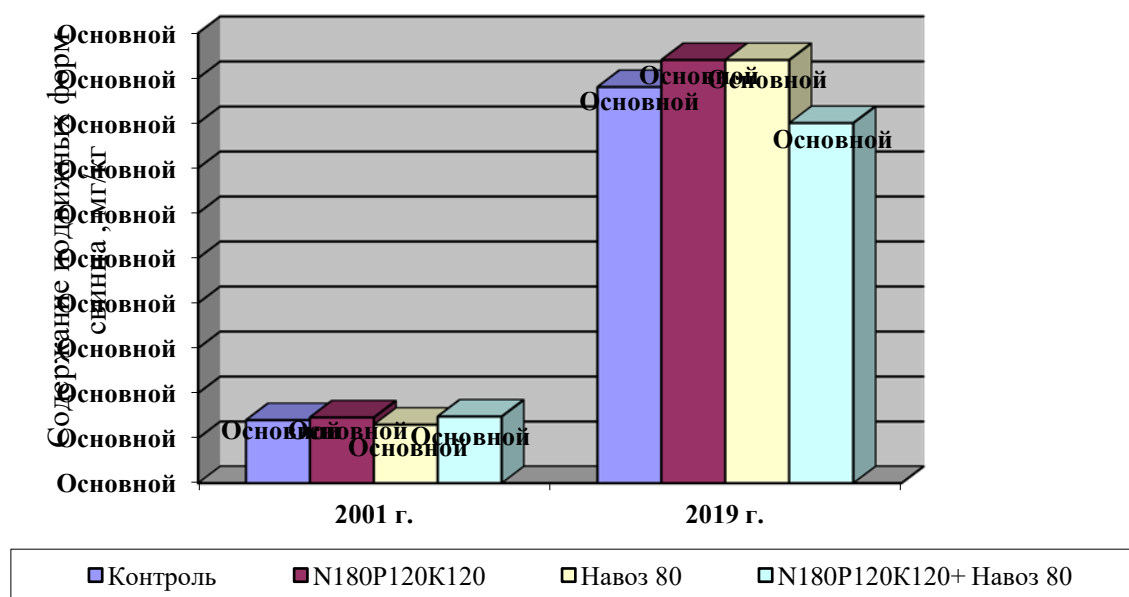


Рис. 2. Содержание подвижных форм свинца в слое почвы 0-30 см, мг/кг

Анализ результатов исследования показывает, что содержание подвижных форм кадмия в почве значительно ниже ПДК (32 мг/кг). В период с 2001 по 2019 гг. отмечается накопление данного элемента в почве. На варианте без внесения удобрений за 18 лет содержание свинца увеличилось в 6,3 раза. На максимально удобренном варианте - N<sub>180</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>+ Навоз 80 (последствие) содержание свинца за изучаемый период увеличилось в 5,4 раза. Внесение навоза в дозе 80 т/га увеличило содержание элемента в 7,2 раза. Однако, мы не можем считать применяемые удобрения источником накопления свинца в почве, так как существенной разницы в содержании подвижного свинца в почве удобренных и контрольного вариантов не выявлено. Так в 2019 году внесение минеральных удобрений в дозе N<sub>180</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> и последствие 80 т/га навоза увеличило содержание подвижных форм свинца на 0,3 мг/кг или на 6,4 %, а совместное действие минеральных и органических удобрений снизило его содержание на 0,4 мг/кг или на 9,1 %.

Мы считаем, что увеличение содержания подвижной формы свинца в почве может быть связано с мощным техногенным воздействием и поступлением этого элемента в легкорастворимой в почвенных водах форме, например, в виде оксидов с аэрозолями, выделяющимися в результате сгорания газов, бензина и т. д., так как удалённость опытного участка от Федеральной автомобильной дороги М2 составляет порядка 700 метров. Источником свинца в почве могут быть и вносимые удобрения, в которых элемент присутствует в форме легкорастворимых солей (карбонатов, гидрофосфатов).

Количество подвижной формы свинца в почвах связано с реакцией среды, содержанием органического вещества, гранулометрическим составом, растительностью и процессами миграции металла в почвенном покрове. Среди основных факторов, влияющих на концентрацию свинца в почвах, – гранулометрический состав и наличие в них органического вещества.

Анализ полученных данных показал различия в количественном распределении кадмия и свинца и питательных веществ в почве опытного участка. По результатам этого анализа было установлено: в вариантах с высоким содержанием питательных веществ содержанием кадмия и свинца ниже; в вариантах с относительно низким содержанием питательных веществ содержание подвижных форм кадмия и свинца выше.

#### Библиография

1. Загорулько А.В. Эколого-агрономическая оценка действия химических средств земледелия на урожай и качество зерна озимой пшеницы // А.В. Загорулько, Н.Г. Гайдукова, И.В. Шабанова, А.С. Скоробогатова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 131(07). Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/115.pdf>
2. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение / В. Б. Ильин. – Новосибирск: Наука, 1991. –151 с.
3. Лукин С.В. Агроэкологическая оценка влияния органических удобрений на микроэлементный состав почв / С.В. Лукин, С.В. Селюкова // Достижения науки и техники АПК. –2016. – т. 30, № 12. – С. 61-65.
4. Лукин С.В. Содержание свинца, кадмия, ртути и мышьяка в агроландшафтах Белгородской области / С.В. Лукин // Достижения науки и техники АПК. –2008. – № 7. – С. 39-41.
5. Минеев В. Г. Химизация земледелия и природная среда / В.Г. Минеев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.
6. Морозова Т.С. Влияние длительного внесения минеральных удобрений и навоза на подвижность кадмия в почве / Т.С. Морозова // Материалы XX Международной научно-производственной конференции (Белгород, 23-25 мая 2016г.). Том 1.– Белгород: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016. – С. 31-32.
7. Никитин С. Н. Влияние средств химизации и биологизации на изменение содержания свинца и кадмия в зерне сельскохозяйственных культур / С. Н. Никитин // Земледелие. – 2014. – № 8. – С. 35-37.
8. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур (на примере Белгородской области) [Текст] / А.В. Турьянский, В.И. Мельников, Л.А. Селезнева, Н.Р. Асыка, В.Ф. Ужик и др. – Белгород: Изд. Константа, 2014. – 462 с.
9. Путятина Л.А. Действие удобрений на экологическое состояние чернозема типичного юго-западной части ЦЧР / Л.А. Путятина, С.Д. Лицуков // Биологизация земель в адаптивно-ландшафтной системе земледелия: Материалы Всероссийской научно-практической конференции Белгородского научно-исследовательского института сельского хозяйства 14-17 июля 2015 г. Белгород: «Отчий край», 2015. С. 338-342.
10. Сатаров Г.А. Экологические аспекты применения агрохимикатов / Г.А. Сатаров // Ульяновский ме-дико-биологический журнал. – 2013. – № 1. – С. 138-147.
11. Тютюнов С.И. Загрязнение почв Белгородской области и технологические приёмы по их восстановлению: Учебно-производственное пособие / С.И. Тютюнов, В.Д. Соловиченко, Г.И. Уваров [и др.]. – Белгород: «Отчий край», 2012. – 40 с.
12. Черных Н.А. Экотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами / Н.А. Черных, Н.З. Милащенко, В.Ф. Ладонин. – М.: Агроконсалт, 1999. – 176 с.
13. Четверикова Н.С. Экологическая оценка влияния интенсивной сельскохозяйственной деятельности на состояние агроэкосистем в условиях лесостепной зоны Центрально-Чернозёмного района: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. М.: РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – 22 с.

#### References

1. Zagorulko A.V. Ecological and agronomic assessment of the effect of chemical means of agriculture on the yield and quality of winter wheat grain // A.V. Zagorulko, N. G. Gaidukova, I. V. Shabanova, A. S. Skorobogatova // Politematic network electronic scientific journal of Kuban state agrarian University. - 2017. - №. 131 (07). – <http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/115.pdf>
2. Ilyin V. B. Heavy metals in the soil – plant system / V. B. Ilyin. – Novosibirsk: Nauka, 1991. –151 p.
3. Lukin S.V. Agrozological Assessment of the Impact of Organic Fertilizers on Trace Soil Composition/S.V. Lukin, S.V. Selyukova//Achievements of Science and Technology of Agro-Industrial Complex. -2016. - Vol. 30, № 12. - P 61-65.
4. Lukin S. V. Content of lead, cadmium, mercury and arsenic in agricultural landscapes of the Belgorod region / S. V. Lukin // Achievements of science and technology of agriculture. -2008. - №. 7. P. 39-41.
5. Mineev V. G. Chemization of agriculture and natural environment / V. G. Mineev. – М.: Agropromizdat, 1990. – 287 p.
6. Morozova T. S. Influence of long-term application of mineral fertilizers and manure on the mobility of cadmium in the soil / T. S. Morozova // Proceedings of the XX International scientific and production conference (Belgorod, may 23-25, 2016). Volume 1.– Belgorod: publishing House of BELGOROD state UNIVERSITY, 2016. – P. 31-32.
7. Nikitin S. N. Influence of means of chemicalization and biologization on the change in the content of lead and cadmium in grain crops / S.N. Nikitin // Agriculture. – 2014. – № 8. – P. 35-37.

8. Organizational and technological standards for the cultivation of crops (for example, Belgorod region) [Text] / A.V. Turyansky, V.I. Melnikov, L.A. Selezneva, N.R. Asyka, V.F. Uzhik et al. - Belgorod: Izd. Constant, 2014. -- 462 p.
9. Putyatina L. A. the effect of fertilizers on the ecological state of Chernozem typical of the South-Western part of the Central district / L. A. Putyatina, S. D. Litsukov // Biologization of land in adaptive landscape system of agriculture: Materials of the all-Russian scientific and practical conference of the Belgorod research Institute of agriculture 14-17 July 2015 Belgorod: "Fatherland", 2015. P. 338-342.
10. Satarov G. A. Ecological aspects of application of agrochemicals / G. A. Satarov // Ulyanovsk medical and biological journal. - 2013. - №. 1. P. 138-147.
11. Tyutyunov, S. I. Contamination of soils of the Belgorod region and processing methods for their recovery: industrial Training manual / S. I., Tyutyunov, V. D., Solovchenko, G. I. Uvarov [and others]. – Belgorod: «Fatherland», 2012. – 40 p.
12. Chernykh N.A. Ecotoxicological aspects of soil pollution with heavy metals / N. A. Chernykh, N. Z. Milashenko, V. F. Ladonin. – Moscow: Agroconsult, 1999. – 176 p.
13. Chetverikova N. S. Environmental assessment of the impact of intensive agricultural activity on the state of agro-ecosystems in the forest-steppe zone of the Central Chernozomny district: auto-reformat thesis for the degree of Candidate of Biological Sciences. Moscow: RGAU - IMHA named after K.A. Timiryazeva, 2013. – 22 p.

#### **Сведения об авторах**

Морозова Тамара Сергеевна, ассистент кафедры земледелия, агрохимии и экологии ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, кандидат сельскохозяйственных наук, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, контактный телефон +74722 39-26- 68;

Колесниченко Елена Юрьевна, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, кандидат биологических наук, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, контактный телефон +74722 39-26- 68;

#### **Information about authors**

Morozova Tamara Sergeevna, assistant professor of the department of agriculture, agrochemistry and ecology, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, candidate of agricultural Sciences, Vavilov St.1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, 308503, contact phone +74722 39-26- 68;

Kolesnichenko Elena, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of agriculture, agrochemistry and ecology, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, candidate of Biology Sciences, Vavilov St.1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, 308503, contact phone +74722 39-26- 68;

УДК 635.044:631

*Т.В. Олива, Л.А. Манохина, Е.А. Кузьмина, Е.Н.Проскурина*

## ЛИСТОВОЙ САЛАТ СОРТА АФИЦИОН В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

**Аннотация.** Круглогодично выращиваемый в теплице листовой салат сорта Афицион может быть примером производства экологически безопасной овощной продукции. Задачей исследований было определение влияния гуминовых биологических удобрений на урожайность листового салата и качество овощной экологически безопасной продукции, изучение биологических особенностей роста и динамики накопления питательных веществ и микроэлементов в зелени листового салата сорта Афицион. Все исследования были проведены в условиях защищенного грунта в ООО Сельскохозяйственное Предприятие «Теплицы Белогорья». Стимулирующее влияние гуминовых удобрений выразилось в увеличении значений величины листьев салата и в содержании уровня зеленого пигмента хлорофилла. В начале вегетации под влиянием обработки растений лигногуматом наблюдалось достоверное существенное повышение содержания зеленого пигмента в тканях листа культуры салата. На 24 сутки наибольший прирост хлорофилла наблюдался у растений обработанных жидким гуминовым удобрением БелБио-3. Применение гуминовых удобрений увеличивало содержание в листьях салата желтого пигмента каротина и как следствие усиление метаболизма в тканях листа тепличных растений. В листьях салата дополнительно увеличивалось содержание витамина С, макро- и микроэлементов (фосфора, цинка, марганца, железа и меди). Во всех вариантах опыта и контроле количество нитратов в листьях салата не превышало предельно допустимые значения санитарно-гигиенических нормативов (2000 мг/кг). В листьях салата обнаружены следовые количества тяжелых металлов кадмия и свинца, не обнаружены токсичные мышьяк и ртуть. Это соответствует категории экологически безопасной продукции. Применение гуминовых удобрений увеличивало урожайность растений салата в среднем на 11 – 26%. Максимальную урожайность получили при применении биологического гуминового удобрения БелБио-3.

**Ключевые слова:** теплица, гуминовое удобрение, листовой салат, урожайность, экологически безопасная продукция

## LETTUCE OF THE VARIETY AFICION IN THE GREENHOUSE

**Abstract:** Lettuce of the variety Aficion, grown all-year-round in the greenhouse, can be an example for the production of environmentally friendly products. The objective of the research was to determine the effect of biological of humic fertilizers on yield of lettuce and vegetable quality environmentally safe products, studying of biological peculiarities of growth and accumulation of nutrients and minerals in the leafy greens lettuce varieties Aficion. All studies were conducted in a protected ground in LLC «Agricultural Enterprise «Teplitsy Belogorya» The stimulating effect of humic fertilizer was expressed in an increase in the size of leafs and in the content of the green pigment chlorophyll. At the beginning of the growing season, under the influence of treatment of plants with Lignohumate, a significant increase in the content of green pigment in the tissues of the lettuce leaf was observed. On the 24 day the greatest increase in chlorophyll was observed in plants treated with liquid humic fertilizer Belbio-3. The use of humic fertilizers increased the content of the yellow pigment karotin in lettuce leaves and, as a consequence, increased metabolism in the leaf tissues of greenhouse plants. The lettuce was additionally increased with the contents of vitamin C, macro- and microelements (phosphorus, zinc, manganese, iron and copper). In all variants of the experiment and control, the amount of nitrates in lettuce leaves did not exceed the maximum permissible values of sanitary and hygienic standards (2000 mg/kg). Trace amounts of heavy metals cadmium and lead were found in lettuce leaves, toxic arsenic and mercury were not detected. That corresponds to the category of environmentally friendly products. The use of humic fertilizer increased the yield of lettuce plants by an average on 11 – 26%. The maximum yield of vegetable salad was obtained with the use of biological humic fertilizer Belbio-3.

**Keywords:** greenhouse, humic fertilizer, lettuce, yield, environmentally friendly products

**Введение.** В настоящее время в Белгородской области создано высокотехнологичное и конкурентоспособное сельскохозяйственное тепличное производство овощей. Это направление развития сельскохозяйственного производства обеспечивает выполнение задач государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы» и Федеральной целевой программой «Устойчивое развитие сельских территорий на период до 2030 года» [1, 2]. Увеличение производства в сельскохозяйственных организациях овощей защищенного грунта возрастает до 1,4 млн. тонн, а совокупный экономический эффект составит 90,7 млрд. рублей, в том числе и за счет прироста производства овощной продукции сельского хозяйства. Употребление в пищу высококачественной овощной продукции обеспечивает физиологические

потребности человека в самых ценных питательных элементах и предполагает улучшение здоровья нации в целом [7, 9].

Целью наших исследований являлось разработка экологизированной агротехнологии выращивания самого популярного у потребителей листового салата сорта Афицион. Салат листовой Афицион (Aficion RZ) самый распространенный сорт среди листовых салатов защищенного грунта. Срок выгонки короткий чуть более 30 дней. Современные гибриды отличаются улучшенным вкусом, имеют сочные, прочные без горечи светло-зеленые листья. Салат не «выбрасывает» стрелку и не образует кочана даже при более длительных сроках выращивания. Растение легко приспосабливается к разным световым режимам и имеет невосприимчивость к ряду заболеваний, например, к краевому некрозу. Основная ценность листовых салатов заключается в повышенном содержании витамина С, бета-каротина, тиамина, рибофлавина, рутина и никотиновой кислоты. Листья салата богаты также калием, фосфором, натрием, кальцием, железом и многими другими микроэлементами [8, 11, 12]. Медицинское назначение: способствует укреплению сосудов кровеносной системы органов, а также нервной системы. В магазинах салат продают с корнями в специальных горшочках и в упаковке.

Задачей нашей работы является определение влияния гуминовых биологических удобрений на урожайность листового салата и качество конечной экологически безопасной продукции, а также изучение биологических особенностей роста и динамики накопления питательных веществ и микроэлементов в листовой зелени листового салата сорта Афициона.

Основная часть.

Все исследования были проведены в ООО Сельскохозяйственное Предприятие «Теплицы Белогорья» (ООО СХП «Теплицы Белогорья») и в испытательной лаборатории ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я.Горина». Проведение научно-производственного опыта осуществлялось в соответствии с общепринятыми методиками в овощеводстве защищенного грунта [4]. Этапы проведения экспериментов сопровождались выполнением авторских фотографий.

Семена салата предварительно были замочены в растворах гуминовых удобрений на 15 – 20 минут, затем по 3 семени были заложены в кубики из минеральной ваты, в которой находилось отверстие для семян (рис. 1, А). Сев семян в количестве 3 – 5 штук осуществляли в «лунки» с помощью бамбуковой палочки (рис. 1, Б).



А



Б

Рис. 1. Фото: А – кубики из минеральной ваты (элементы малообъемной технологии);  
Б – сев семян салата с помощью бамбуковой палочки

Размер каждого минерального кубика составляет: 4x4 см, которые замачивались в питательном растворе, затем были засыпаны сверху вермикулитом, который обеспечивал создание благоприятных условий водного и воздушного режимов в корневой зоне растения. Вермикулит относится к группе экологически безопасных препаратов. Кубики из минеральной ваты с семенами были поставлены на стеллажи в комнату всходов и затем перенесены в рассадное

отделение теплицы. Полив осуществляли питательным рабочим раствором с рН 5,5, а Ес постепенно повышали по 0,2 мСм/см после каждого полива. Параметры среды для выращивания овощей в рассадном отделении: освещение не менее 8 тыс. люкс, температура воздуха ночью – не менее 15°C, днем – 21°C, температура питательного раствора не менее 15°C.

Научно-производственные исследования проводили по четырем вариантам наблюдений. Контроль – это использование только основного поливочного питательного раствора для листовых салатов. Вариант 1 – основной поливочный раствор и дополнительное применение раствора препарата лигногумат, вариант 2 – поливочный раствор и дополнительное применение раствора жидкого гуминового удобрения БелБио-1, вариант 3 – поливочный раствор и дополнительное применение раствора жидкого гуминового удобрения БелБио-3 в концентрациях 0.005%.

Всего было в опыте использовано 384 растений салата (по 96 растений в одном варианте опыта, по 32 кубика из минеральной ваты в одном варианте опыта). В опыте были использованы жидкие биологические гуминовые удобрения серии БелБио, которые были разработаны в учебно-научной лаборатории биотехнологических исследований кафедры земледелия, агрохимии и экологии ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ методом выделения гуматов калия из вермикомпоста [10]. Для сравнения стимулирующего влияния на рост и развитие растений наравне с данными препаратами использовали удобрение лигногумат [6]. По литературным данным обработка семян данным гуминовым удобрением способствует лучшему росту и оптимальному развитию сельскохозяйственных культур [3, 5]. Лигногумат стимулирует всхожесть семян на 4 – 10% и повышает их устойчивость к заболеваниям и неблагоприятным условиям климата, создает условия для оздоровления растениеводческой продукции. Лигногумат – растворимый препарат, не имеет балластной части, это позволяет применять его в любых системах капельного полива. В научно-производственном опыте каждые пять дней растения салата сорта Афицион в опытных вариантах опрыскивали 0.001% раствором гуминовых удобрений, в контрольном варианте – дистиллированной водой.

На 12, 24 и 36 сутки роста и развития растений салата методом рандомизации осуществляли отбор 30 – 32 растений из 10 минеральных кубиков для проведения морфологических и биохимических испытаний (рис. 2).



Рис. 2. Фото отбора образцов салата сорта Афицион для лабораторных испытаний

Для изучения влияния гуматов на рост и развитие овощных салатов выполняли измерения длины листа, средней массы одного листа, количество листьев в розетке и массы всего растения в целом. Биохимические исследования осуществляли в испытательной лаборатории Белгородского ГАУ: сухое вещество – по ГОСТ 20851.4; массовую долю азота - по ГОСТ 30181.1, массовую долю калия – по ГОСТ 20851.3 и массовую долю фосфора – ГОСТ 20851.2. Содержание суммарного хлорофилла в тканях листа салата определяли в спиртовой вытяжке фотокolorиметрически в кювете с длиной оптического пути 1см. Суммарный сахар листьев салата определяли по методу Бертрана. Содержание витамина «С» в листьях салата измеряли

йодометрическим методом. Минеральный состав устанавливали атомно-абсорбционным методом по ГОСТ 30692 и ГОСТ 30178.

Рост и развитие растений салата сорта Афицион соответствовал сортовой характеристике данного вида. На третий день после сева отмечены массовые всходы листового салата. Средняя всхожесть культуры была высокой и составила более 92 %. Характеристика растений листового салата на 12 сутки роста и развития показаны в табл.1. Средняя длина листьев растений салата сорта Афицион для всех вариантов опыта превышала контрольные значения. Эти различия для салата, обработанного раствором лигногумат, составило 0,75 см или 14.3%; для БелБио-1 – 1,33 см или 25.3% и для БелБио-3 – 1.17 см или 22.3%. Вариабельность предельных размеров длины листа салата также самой высокой оказалась в варианте с применением гуминовых кислот удобрений серии БелБио, как для минимального, так максимального значения.

**Таблица 1 – Характеристика листового салата сорта Афицион, время выращивания 12 суток, (n=30)**

Вариант опыта	Средняя высота растения, см	Предельные размеры высоты, см	Средняя масса 1 растения, г
Контроль	5.25±0.24	3.5 – 5.6	0.455±0.14
Вариант 1	6.00±0.10	5.0 – 7.0	0.895±0.13**
Вариант 2	6.58±0.44*	5.8 – 8.0	0.845 ± 0.16 **
Вариант 3	6.42±0.38*	5.6 – 7.9	0.810 ± 0.25 **

Примечание: \* p<0.05; \*\* p< 0.01 по сравнению с контрольным вариантом

Средняя масса растений всех вариантов опыта превышала контрольные значения и это различие, для салата, обработанного раствором лигногумат, составило 0,34 г или 96.7%; для БелБио-1 – 0.30 г или 64.8% и для БелБио-3 – 0.28 г или 61.5%. Лучший результат по стимуляции роста растений на данном этапе развития салата показал препарат лигногумат (p <0.01), на втором месте – жидкое гуминовое удобрение БелБио-1 (p <0.01), а затем – БелБио-3 (p<0.01).

При дальнейших наблюдениях на 24 сутки вегетации, стимулирующее влияние удобрений лигногуматом и с БелБио-3 на высоту салатных листьев проявилось как тенденция, не подтвержденная статистическим анализом (табл. 2). Для варианта с использованием БелБио-1 отмечено достоверное увеличение ростовых характеристик по показателю средней высоты и массы растения (p<0.05). Наибольшая массы растений листового салата отмечена в опытных вариантах, которая превосходила контроль в случае с применением раствора с лигногуматом и с БелБио-1 на 3.66 г или на 27.9% (p>0.05); с БелБио-3 – на 4.18г или на 31.8 % (p>0.01).

**Таблица 2 – Характеристика листового салата сорта Афицион, время выращивания 24 суток, (n=30)**

Показатели	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Средняя высота растения, см	9.26 ±0.34	9.29±0.25	10.55±0.32*	9.48±0.22
Среднее количество листьев в растении, шт.	6.0±0.50	7.80±0.50*	6.6±0.40	6.8±0.50
Максимальная длина листа, см	13.58±0.20	14.08 ±0.46	14.53±0.33*	14.00 ±0.20
Средняя масса 1 растения, г	13.14±0.02	16.80±0.30*	16.80±0.12*	17.32±0.12**

Примечание: \* p<0.05; \*\* p< 0.01 по сравнению с контрольным вариантом

К концу периода наблюдения, на 36 сутки, стимулирующее влияние гумусовых препаратов опытных вариантов сохранилось и как тенденция, и как подтвержденная статистическим анализом. Данные представлены в табл. 3.

Так средняя высота растений в первом и третьем вариантах опыта на 0.54 см больше контроля. Для второго варианта различие оказалось более существенным и достоверным (p<0.05).

**Таблица 3 – Характеристика листового салата сорта Афицион, 36 суток (n=30)**

Показатели	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Средняя высота растения, см	11.46±0.38	12.0±0.60	12.80±0.26*	12.00 ±0.22
Среднее количество листьев в розетке, шт.	5.3±0.4	5.3±0.4	5.0±0.2	4.9±0.4
Максимальная длина листа, см	14.02±0.24	14.45±0.45	15.33±0.33*	15.08±0.12*
Минимальная длина листа, см	6.20±0.44	6.10±0.20	6.50±0.50	6.75±0.25
Средняя масса 1 листа растения, г	3.94±0.14	4.46±0.33	5.66±0.12*	5.92±0.12*
Средняя масса 1 растения, г	20.88±0.28	23.64±0.74	28.30±0.48*	29.01±0.24*

Примечание: \* p<0.05 по сравнению с контрольным вариантом

Средняя высота растений была в 1.12 раза больше контроля. Среднее количество листьев в розетке культуры салата из опытного варианта с лигногуматом и контрольного варианта было одинаковым, тогда как розетка растений из опытного варианта состояла из меньшего количества листьев (на 0.3 и 0.4 штук соответственно), хотя их длина, ширина и масса превосходили контрольный вариант. Листья культуры салата сорта Афицион, обработанные гуминовыми удобрениями, имели наибольшую массу по сравнению с контрольным вариантом. В третьем варианте опыта средняя масса одного листа превышала контрольный вариант на 1.98 г (50.3%), во втором – на 1.72 г (43.7%), в первом – на 0.52 г (13.2%). Как оказалось, средняя масса цельного растения из третьего, второго и первого вариантов опыта на 39.0; 35.5 и 13.3% соответственно оказалась больше контрольного варианта. Подводя итог, можно предположить, что обработка раствором гуминовых веществ листьев салата сорта Афицион способствует лучшему развитию листовой пластинки и ассимиляционного фотосинтезирующего аппарата, что будет влиять на получение овощной тепличной продукции высокого товарного качества. В табл. 4 представлены результаты содержания суммарного хлорофилла в тканях культуры салата сорта Афицион.

**Таблица 4 – Суммарное содержание хлорофилла в ткани листьев салата сорта Афицион**

Вариант	Содержание хлорофилла, мг/кг в пересчете на натуральное вещество	Содержание хлорофилла, мг/растение в пересчете на натуральное вещество
на 12 сут. вегетации		
Контроль	6900±10	3.140 ±0.966
Вариант 1	7450±10**	6.668 ±0.105**
Вариант 2	6850±15	5.138 ±0.096*
Вариант 3	6450±10	4.741±0.129*
на 24 сут. вегетации		
Контроль	1560±20	20.34 ± 0.05
Вариант 1	1520±15	25.54 ±0.02*
Вариант 2	1460±10	24.53 ±0.01*
Вариант 3	1700±10*	29.44 ±0.04**
на 36 сут. вегетации		
Контроль	1390±40	29.20±0.24
Вариант 1	1360±25	32.09±0.14
Вариант 2	1440±55	40.75±0.10*
Вариант 3	1440±35	41.78±0.10**

Примечание: \* p<0.05; \*\* p< 0.01 по сравнению с контрольным вариантом

Из данных таблицы видно, что в начале вегетации в листе культуры салата первого варианта опыта наблюдалось достоверное существенное повышение (на 550 мг/кг) уровня зеленого пигмента по сравнению с контрольным вариантом. На 24 суток наибольший прирост хлорофилла наблюдался у растений обработанных жидким гуминовым удобрением БелБио-3. Разница с контрольным вариантом составила 9.0%. Суммарный уровень пигмента в одном растении листового салата, дополнительно обрабатываемых гуминовыми веществами, превышал контрольные значения. К окончанию опыта на 36 суток роста растений салата тенденция содержания суммарного хлорофилла в тканях листа стала меняться. По всей видимости, интенсивный рост тепличного растения завершился, и наступила фаза старения. Для второго и



третьего вариантов этот прирост пигмента составил лишь по 50 мг/кг, а в первом варианте, наоборот, уровень хлорофилла уменьшился на 30 мг/кг ткани листа.

В табл.5 показана тенденция накопления в тканях листа салата желтого пигмента каротина. Увеличение уровня каротина в тканях листа свидетельствует об усилении метаболизма и подтверждает оказываемое положительное влияние гуминовых веществ на рост и развитие тепличных овощных растений.

**Таблица 5 – Динамика уровня каротина в листьях салата сорта Афицион, 24 сут. вегетации (натуральное вещество), мг/кг**

Показатель	Контроль	Варианты опыта		
		1	2	3
Каротин	36.0±0.02	47.0±0.05*	38.0±0.05	38.0±0.04

Примечание: \* p≤0.05 по сравнению с контрольным вариантом

В табл. 6 представлены биохимические характеристики листовой массы салата. Из данных таблицы следует, что такие показатели как влага, общий азот и массовая доля белка у растений опытных групп несущественно отличались от контрольных значений. Хотя необходимо отметить тенденцию увеличения массовой доли белка в пересчете на сухое вещество для растений салата, выращиваемого с применением биологических гуминовых удобрений.

**Таблица 6 – Биохимические характеристики салата сорта Афицион**

Вариант	Влага, %	Общий азот, %		Масс. доля белка, %	
		натур. в-во	на сухое в-во	натур. в-во	на сухое в-во
на 24 сут. вегетации					
Контроль	93.51±0.50	0.27	4.20±0.2	1.69	26.25±0.25
Вариант 1	93.67±0.60	0.29	4.62±0.5	1.81	28.88±0.68
Вариант 2	94.04±0.04	0.27	4.48±0.4	1.69	28.00±0.50
Вариант 3	94.16±0.16	0.26	4.41±0.4	1.63	27.56±0.56
на 36 сут. вегетации					
Контроль	93.43±0.43	0.25	3.73±0.13	1.56	23.31±0.11
Вариант 1	94.81±0.41	0.20	3.85±0.25	1.25	24.06±0.15
Вариант 2	94.69±0.29	0.20	3.84±0.44	1.25	24.06±0.28
Вариант 3	93.46±0.26	0.24	3.60±0.20	1.50	22.52±0.12

Примечание: \* p≤0.05; \*\* p≤0.01 по сравнению с контрольным вариантом

В табл. 7 и 8 продемонстрировано влияние гуминовых веществ на накопление минеральных элементов в тканях растений салата сорта Афицион на 36 день вегетации растений.

**Таблица 7 – Минеральный состав ткани листьев салата сорта Афицион (сухое вещество)**

Вариант	Зола, %	Фосфор, %	Кальций, %
Контроль	20.61±0.11	0.88±0.01	3.05±0.01
Вариант 1	23.57±0.17*	1.36±0.01*	2.62±0.01
Вариант 2	23.00±0.02*	1.42±0.02*	2.64±0.02
Вариант 3	26.32±0.12*	1.18±0.01	2.72±0.02

Примечание: \* p≤0.05 по сравнению с контрольным вариантом

**Таблица 8 – Биогенные элементы в тканях листа салата**

Вариант	Цинк, мг/кг	Марганец, мг/кг	Железо, мг/кг	Медь, мг/кг	Магний, г/кг
в пересчете на натуральное вещество					
Контроль	1.71±0.04	1.64±0.01	10.11±0.01	0.31±0.04	0.39±0.01
Вариант 1	1.68±0.06	1.92±0.01	10.34±0.03	0.27±0.05	0.21±0.01
Вариант 2	2.30±0.02*	2.33±0.01*	11.97±0.05	0.75±0.02*	0.32±0.02
Вариант 3	2.15±0.02	1.87±0.02	9.18±0.05	0.52±0.03*	0.23±0.01
в пересчете на сухое вещество					
Вариант	Цинк, мг/кг	Марганец, мг/кг	Железо, мг/кг	Медь, мг/кг	Магний, г/кг
Контроль	28.67±1.34	27.50±1.55	169.63±3.45	5.14±0.14	6.58±0.12
Вариант 1	26.59±1.22	30.42±0.22	163.39±3.30	4.19±0.25	3.24±0.11
Вариант 2	35.44±1.22	35.88±1.56*	184.43±2.25*	11.51±0.92*	4.98±0.68
Вариант 3	38.23±1.33	33.30±1.88	163.00±5.22	9.20±0.40	4.02±0.32

Примечание: \* p≤0.05 по сравнению с контрольным вариантом

Обнаружено увеличение зольных компонентов, в том числе массовой доли фосфора и биогенных микроэлементов, в листьях салата. Хотя в отношении кальция и магния установлена противоположная тенденция, которая впрочем, не была достоверной. В результате проведенного анализа было установлено, что массовая доля цинка в пересчете на сухое вещество ткани листа увеличилась во втором варианте на 6.77мг/кг; в третьем – на 9.56 мг/кг по отношению к контролю. Увеличение содержания марганца было во всех вариантах и составило: в первом – 2.9 мг/кг; во втором – 8.38мг/кг и в третьем – 5.80 мг/кг по сравнению с контролем. В отношении биогенного элемента железа обнаружена достоверная тенденция повышения его уровня в тканях листа (на 14.8 мг/кг или на 8.7%) только овощного салата из опытного варианта 2, где применяли гуминовое удобрение БелБио-1. В листьях салата обнаружено следовое количество тяжелых металлов (кадмия, свинца) и не обнаружены токсичные мышьяк и ртуть.

В табл. 9 показана динамика содержания в листьях салата суммы общих сахаров, витамина С и нитратов, что характеризует как вкусовые качества овощной продукции, так и ее экологическую безопасность.

**Таблица 9 – Биохимические характеристики салата сорта Афицион (натуральное вещество)**

Вариант	Общий сахар, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
Контроль	0.10±0.04	14.96±0.10	1473±10
Вариант 1	0.09±0.01	15.96±0.12	1712±18
Вариант 2	0.12±0.02	14.96±0.11	1590±17
Вариант 3	0.16±0.02	16.72±0.12	1775±10

Обнаружено влияние применения гуминовых веществ на увеличение содержания общих сахаров и витамина С в листьях салата. Так во втором и третьем вариантах опыта количество сахара увеличилось в среднем в 1.4, а витамина С – в первом и во втором вариантах в 1,1 раза по сравнению с контролем. Отметим, что во всех вариантах опыта и контроле количество нитратов в листьях салата не превышало предельно допустимые значения санитарно-гигиенических нормативов (2000 мг/кг). То есть употребление в пищу овощной продукции не опасно для здоровья потребителей, несмотря на то, что уровень нитратов в сравнении с контрольным вариантом был выше в первом варианте на 239; во втором – на 117 и в третьем – на 302 мг/кг. Это можно объяснить интенсивно протекающим метаболизмом в более быстро растущих листьях опытных овощных растений салата.

Данные об урожайности листового салата сорта Афицион представлены в табл. 10. Наибольшая урожайность листового салата сорта Афицион получена при применении биологических гуминовых удобрений серии БелБио. Максимальную урожайность получили при применении биологического гуминового удобрения БелБио-3 (превышение контрольного варианта на 26%). Биологические удобрения препараты БелБио-1 и лигногумат повысили урожайность салата в среднем на 11 и 26% соответственно.

**Таблица 10 – Урожайность листового салата сорта Афицион, г/м<sup>2</sup>**

Показатели	Контроль	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Урожайность	8.80±0.12	9.80±0.81	10.30±0.25	11.10±0.15

**Заключение.** Все изучаемые биологические жидкие гуминовые удобрения серии БелБио и лигногумат стимулируют рост листового салата сорта Афицион. Гуминовые вещества влияют на формирование ассимиляционного аппарата и стимулируют образование в тканях листа зеленого пигмента хлорофилла, увеличивают размеры листа, уровень общих сахаров, витамина С и основных биогенных элементов. Доказано, что гуминовые вещества не являются стимуляторами аккумуляции токсичных микроэлементов, а получаемая продукция – экологически безопасная.

### Библиография

1. Государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы»
2. Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года. – Распоряжение Правительства РФ от 02.02.2015, № 151-р.
3. Агафонов Е.В. Испытание регуляторов роста растений и гуминовых препаратов [Текст] / Е.В. Агафонов // *Агрохимический вестник*. – 2013. – № 3. – С.15
4. Доспехов, Б.А. Опыты с овощными культурами в сооружениях защищенного грунта [Текст] / Б.А. Доспехов / В кн.: *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – С.120 – 122.
5. Касторнова А. Урожайность шпината в зависимости от обработки гуматом калия – натрия [Текст] / Касторнова А., Г.Кунавин // *Овощеводство и тепличное хозяйство*. – 2015. – № 3. – С.7 – 10.
6. Лигногумат. Общая информация, методика и результаты применения. Рекомендации для агрономов. – Санкт-Петербург. – 2010. – 48 с.
7. Литвинов С.С. Защищенный грунт: стратегия развития [Текст] / С.С. Литвинов // *Картофель и овощи* – 2013. – № 10 – С. 20 – 21.
8. Малышев Р. В. Продуктивность и компонентный состав листового салата в условиях защищенного грунта / Р.В. Малышев // *Гавриш*. – 2013. – № 4. – С. 17–18.
9. Морозов, Д.О. Новый вектор движения [Текст] / Д.О. Морозов // *Теплицы России*. – 2015. – № 3. – С.42 – 43.
10. Олива, Т.В. К вопросу о составе гуминовых препаратов / Олива Т.В., Трубаева Л.В., Курохта Т.И. // *Материалы конференции «Биологические проблемы природопользования»: межд. научно-производственная конференция (20 – 21 ноября 2012 г.)*. – Белгород: Изд-во БелГСХА им. В.Я.Горина, 2012. – С.63 – 66.
11. Олива Т.В. Тепличное производство йоднакопительного листового Салата сорта Лолло Росса [Текст] / Олива Т.В., Панин С.И., Колесниченко Е.Ю., Кузьмина Е.А., Ярцева Е.А // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 6. [Электронный ресурс].URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=23577> (дата обращения: 12.11.2019).
12. Шевченко Н.Н. Краснолиственный салат в защищенном грунте // *Гавриш*. 2013. №8. С. 7.

### References

1. Gosudarstvennaya programma «Razvitie sel'skogo hozyajstva i regulirovanie rynkov sel'skohozyajstvennoj produkcii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013 - 2020 gody»
2. Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года. - Распоряжение Правительства РФ от 02.02.2015, № 151-р.
3. Agafonov E.V. Ispytanie regulyatorov rosta rastenij i guminovyh preparatov / E.V. Agafonov // *Agrohimicheskij vestnik*. – 2013. – № 3. – S.15
4. Dospexhov, B.A. Opyty s ovoshchnymi kul'turami v sooruzheniyah zashchishchennogo grunta / B.A. Dospexhov / V kn.: *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)*. – 5-e izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985. – S.120 – 122.
5. Kastornova A. Urozhajnost' shpinata v zavisimosti ot obrabotki gumatom kaliya – natriya / Kastornova A., G.Kunavin // *Ovoshchevodstvo i teplichnoe hozyajstvo*. – 2015. – № 3. – S.7 – 10.
6. Lignogumat. Obshchaya informaciya, metodika i rezul'taty primeneniya. Rekomendacii dlya agronomov. – Sankt-Peterburg. – 2010. – 48 s.
7. Litvinov S.S. Zashchishchennyj grunt: strategiya razvitiya / S.S. Litvinov // *Kartofel' i ovoshchi* – 2013. – № 10 – S. 20 – 21.
8. Malyshev R. V. Produktivnost' i komponentnyj sostav listovogo salata v usloviyah zashchishchennogo grunta / R.V. Malyshev // *Gavrish*. – 2013. – № 4. – S. 17–18.
9. Morozov, D.O. Novyj vektor dvizheniya / D.O. Morozov // *Teplicy Rossii*. – 2015. – № 3. – S.42 – 43.
10. Oliva, T.V. K voprosu o sostave guminovyh preparatov / Oliva T.V., Trubaeva L.V., Kurohta T.I. // *Materialy konferencii «Biologicheskie problemy prirodnopol'zovaniya»: mezhd. nauchno-proizvodstvennaya konferenciya (20 – 21 noyabrya 2012 g.)*. – Belgorod: Izd-vo BelGSKHA im. V.YA.Gorina, 2012. – S.63 – 66.
11. Oliva T.V. Teplichnoe proizvodstvo jodnapitel'nogo listovogo Salata sorta Lollo Rossa / Oliva T.V., Panin S.I., Kolesnichenko E.YU., Kuz'mina E.A., YArceva E.A // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015. № 6. [Elektronnyj resurs].URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=23577> (data obrashcheniya: 12.11.2019).
12. SHEvchenko N.N. Krasnolistnyj salat v zashchishchennom grunte // *Gavrish*. 2013. №8. S. 7.

### Сведения об авторах

Олива Тамара Владимировна, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии ФГБОУ ВО Белгородского ГАУ, кандидат биологических наук, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, контактный телефон +7-472-239-26-68, [olive\\_tv@bsaa.edu.ru](mailto:olive_tv@bsaa.edu.ru)

Манохина Лариса Андреевна, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии ФГБОУ ВО Белгородского ГАУ, кандидат сельскохозяйственных наук, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, контактный телефон +7-472-239-26-68, [manohina\\_LA@bsaa.edu.ru](mailto:manohina_LA@bsaa.edu.ru)

Кузьмина Елена Александровна, старший преподаватель кафедры земледелия, агрохимии и экологии ФГБОУ ВО Белгородского ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, контактный телефон +7-472-239-26-68, [kuzmina\\_ea@bsaa.edu.ru](mailto:kuzmina_ea@bsaa.edu.ru)

Проскурина Елена Николаевна, директор по производству ООО СХП «Теплицы Белогорья», ул. Березовая, 24, п. Разумное, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, контактный телефон +7 (4722) 595-430.

#### **Information about authors**

Oliva Tamara Vladimirovna, associate professor of the department of agriculture, agrochemistry and ecology, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, candidate of biological Sciences, Vavilov St.1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, Russia, 308503, contact phone 7-472-239-26-68, [olive\\_tv@bsaa.edu](mailto:olive_tv@bsaa.edu).

Manokhina Larisa Anfrevna, associate professor of the department of agriculture, agrochemistry and ecology, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, candidate of biological Sciences, Vavilov St.1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, Russia, 308503, contact phone 7-472-239-26-68,

Kuzmina Elena Aleksandrovna, teacher of of the department of agriculture, agrochemistry and ecology, Belgorod state agricultural University named after V. Gorin, candidate of biological Sciences, Vavilov St.1, set. Mayskiy, Belgorod district, Belgorod Region, Russia, 308503, contact phone 7-472-239-26-68,

Proskurina Elena Nikolaevna, operational director of LLC «Agricultural Enterprise «Teplitsy Belogorya», Berезovaya St. 24, set. Razumnoe, Belgorod district, Belgorod Region, Russia, contact phone +7 (4722) 595-430.

УДК634.13:631.811.98

*С.В. Резвякова, А.Г. Гурин*

## **ВЛИЯНИЕ ИММУНОМОДУЛЯТОРОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ТЕМПЕРАТУРНЫМ ФАКТОРАМ САЖЕНЦЕВ ЯБЛОНИ И ГРУШИ В ПИТОМНИКЕ**

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследования по влиянию физиологически активных веществ биопрепаратов Эпин экстра, Циркон и Эмистим на устойчивость саженцев яблони и груши к морозным повреждениям. Опыт заложен в 2016 и 2017 годах в трехкратной повторности, по 30 растений в повторности. Почва темно серая лесная. Схема размещения растений однорядная, с расстоянием между рядами 90 см, между растениями в ряду – 20-25 см, что составляет 44,4 тыс. шт. на 1 га. В качестве подвоев груши использовали сеянцы груши обыкновенной, яблони – полукарликовый подвой 54-118. Прививали окулировкой сорт груши Памятная и сорт яблони Синап орловский. Обработку биопрепаратами проводили три раза за сезон: в середине мая, июня и июля ранцевым опрыскивателем. В качестве некорневой подкормки на всех вариантах опыта использовали Гумат+7 три раза за сезон в период активного роста. Обработка подвоев в год окулировки и саженцев яблони и груши во втором поле питомника биостимуляторами роста и иммуномодуляторами Эмистим и Эпин экстра способствует увеличению выхода однолетних саженцев яблони в среднем за 2 года на 12,57 и 13,62%, груши – на 14,48 и 10,10% соответственно. Использование биопрепарата Циркон также оказывает положительное влияние на выход саженцев - по груше в среднем за 2 года прибавка составила 3,33%, по яблоне – 7,27%. Однако эффективность данного препарата ниже по сравнению с Эпином экстра и Эмистимом. При обработке иммуномодуляторами саженцев яблони и груши повышалась их зимостойкость. Степень подмерзания при этом достоверно снижалась на 0,4-0,6 балла по сравнению с контролем. Между иммунопротекторными свойствами препаратов в отношении зимних повреждений достоверной разницы не выявлено.

**Ключевые слова:** груша, яблоня, питомник, биостимуляторы роста биологического происхождения, зимостойкость.

## **INFLUENCE OF IMMUNOMODULATORS ON RESISTANCE TO TEMPERATURE FACTORS OF APPLE AND PEAR SEEDLINGS IN THE NURSERY**

**Abstract.** The aim of the research is to reveal the influence of physiologically active substances of EPIN extra, Zircon and Emistim on the resistance of Apple and pear seedlings to frost damage. Experience laid in 2016 in triplicates at 30 plants in repetition. The soil is dark gray forest. The layout of plants is single row, with a distance between rows of 90 cm, between plants in a row-20-25 cm, which is 44.4 thousand pieces per 1 ha. Treatment of rootstocks per year and Apple and pear seedlings in the second field of the nursery with growth biostimulators and immunomodulators Emistim and Epin extra it contributes to an increase in the yield of annual Apple seedlings on average for 2 years by 12.57 and 13.62%, pears – by 14.48 and 10.10%, respectively. The use of the biopreparation Zircon also has a positive impact on the yield of seedlings - for pear on average for 2 years, the increase was 3.33%, for Apple – 7.27%. However, the effectiveness of this drug is lower compared to Epin extra and Emistim. When treating Apple and pear seedlings with immunomodulators, their winter hardiness increased. The degree of freezing at the same time significantly decreased by 0.4-0.6 points compared to the control. There was no significant difference between immunoprotective properties of drugs in relation to winter damage.

**Keywords:** pear, Apple tree, nursery, biostimulants of growth of a biological origin, winter hardiness.

Саженцы яблони и груши являются одними из наиболее востребованных среди семечковых плодовых пород в Центрально-Черноземном регионе РФ. Это обусловлено их относительной неприхотливостью к почвенно-климатическим условиям данного региона, урожайностью, вкусовыми и потребительскими качествами плодов. Окулировка - наиболее распространенный способ размножения сортов яблони и груши. Основной задачей питомников является увеличение выхода качественного посадочного материала.

В последние десятилетия в научной литературе приводятся результаты исследований по положительному влиянию стимуляторов роста и одновременно иммуномодуляторов биологического происхождения на различные виды и порода растений [1-5]. Одними из наиболее универсальных регуляторов роста растений являются Эпин-Экстра и Циркон.

Эпин-экстра - аналог природного фитогормона эпибрасинолида. Механизм его действия заключается в регулировании синтеза самим растением других фитогормонов – ауксинов, гиббереллинов, цитокининов, абсцизовой кислоты и этилена. Это регулирование зависит

от фазы развития растений и условий его выращивания. Препарат стимулирует выработку самим растением тех гормонов, которые ему необходимы на каждом этапе развития. Эпин экстра увеличивает содержание антиоксидантных ферментов у растения, повышая его устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды и заболеваниям, проявляя свойства неспецифического иммуномодулятора [1].

Циркон представляет собой смесь гидроксикоричных кислот, выделенных из лекарственного растения эхинацеи пурпурной. Препарат достаточно устойчив, хорошо растворим в воде и органических растворителях. Рострегулирующий эффект связан с активизацией фитогормонов и защитой ИУК через механизм ингибирования активности ауксиноксидазы, а также с антибактериальным и фунгипротекторным действием, опосредованным стимуляцией иммунитета растений. Положительное влияние Циркона на различные звенья клеточного метаболизма связано с антиоксидантным действием за счет активирования ряда антиоксидантных ферментов, таких как каталаза и супероксиддисмутаза. Это приводит к тому, что в стрессовых условиях препарат способствует восполнению недостающих биологически активных соединений иммуномодулирующего и адаптогенного характера, усиливая адаптационный потенциал клеток [1].

Положительные результаты получены при размножении древесных пород, в частности, сосны обыкновенной с использованием препарата Эмистим [4, 5]. Эмистим является природным продуктом метаболизма симбионтного гриба *Acremonium lichenicola*, выделенного из корней женьшеня и содержащим ростовые вещества цитокининовой и гиббереллиновой природы, бета-лактамы антибиотики, циклоспорин С, алкалоиды с фитоалексиновой активностью, гидроксированные изопреноиды. Препарат воспринимается растением при очень низкой концентрации, путем межклеточных сигналов в клетках листьев, которые включают комплекс защитных механизмов, приводящих к синтезу лигнина, суберина, каллозы, в результате чего укрепляются клеточные стенки растения. При действии препарата происходит цепь событий: от внешнего сигнала через сигнальную систему на клетку до ответных защитных реакций растения с образованием механических барьеров на пути инфекций. В результате растение приобретает неспецифическую устойчивость к болезням и неблагоприятным погодным условиям [6].

Цель настоящих исследований - выявить влияние физиологически активных веществ биопрепаратов Эпин экстра, Циркон и Эмистим на устойчивость саженцев яблони и груши к морозным повреждениям. Опыт был заложен в 2016 и 2017 годах в трехкратной повторности, по 30 растений в повторности. Почва темно серая лесная. Схема размещения растений одно-рядная, с расстоянием между рядами 90 см, между растениями в ряду – 20-25 см, что составляет 44,4 тыс. шт. на 1 га, согласно существующим рекомендациям (1975). Уход в питомнике проводился в соответствии с общепринятой агротехникой и технологией. Обработку препаратами проводили три раза за сезон: в середине мая, июня и июля ранцевым опрыскивателем в соответствии с инструкцией.

В качестве некорневой подкормки на всех вариантах опыта использовали Гумат+7, который содержит 60-65% гуматов и 7 важнейших микроэлементов (Fe - 0,4%, Cu - 0,2%, Zn - 0,2%, Mn - 0,17%, Mo - 0,018%, Co - 0,02%, B - 0,2%, N - 1,5%) в виде комплексных соединений с гуминовыми кислотами. Хорошо растворим в воде. Дополнительно к функциям чистого гумата, восстанавливает микроэлементный баланс почв. Предотвращает ряд грибковых и вирусных заболеваний: хлороз, летнее усыхание и другие. Усиливает стимулирующее действие гумата во всех направлениях его влияния на рост и развитие растений. Применяли препарат 3 раза за сезон в период активного роста [7].

В качестве подвоев для груши использовали сеянцы груши обыкновенной, для яблони - полукарликовый подвой 54-118. Прививали окулировкой сорт груши Памятная и сорт яблони Синап орловский, которые районированы в Центрально-Черноземном регионе. Окулировку проводили в конце июля, когда кора на подвоях хорошо отделяется. Наблюдения и учеты проводили в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1999).

Итоги окулировки перезимовки глазков груши и яблони приведены в таблице 1. Сохранность глазков груши на осень 2016 года на контроле составила 79,4%. Обработка растений биопрепаратами способствовала увеличению этого показателя на 2,8-9,6%. Сохранность глазков на весну 2017 г. на контроле составила 87,2% от сохранившихся глазков на осень 2016 г. При использовании иммуномодуляторов сохранилось на 2,2-7,4% глазков груши больше. В течение вегетационного сезона часть глазков погибла или была механически повреждена. К концу вегетации прижилось на контрольном варианте 90,2% глазков от сохранившихся на весну. После обработки биопрепаратами прижилось на 2,6-4,1% глазков больше. Выход однолетних саженцев от количества окулянтов на контроле составил 62,45% или 27,73 тыс. шт./га. На опытных вариантах - 68,20-79,40% или 30,28-35,25 тыс. шт./га. Прибавка составила 5,75-16,95%. Максимальная эффективность по всем показателям выявлена при использовании иммуномодуляторов Эмистим и Эпин экстра.

**Таблица 1 - Итоги окулировки сорта груши Памятная на сеянцы груши обыкновенной и сорта яблони Синап Орловский на подвой 54-118**

Порода	Вариант	Сохранность глазков на осень 2016 г., %	Сохранность глазков на весну 2017 г., %	Прижилось, %	Выход саженцев от кол-ва окулянтов, %
2016-2017 гг.					
Груша	Контроль	79,4	87,2	90,2	62,45
	Циркон	82,2	89,4	92,8	68,20
	Эмистим	89,0	94,6	94,3	79,40
	Эпин экстра	85,3	90,3	93,3	71,87
	НСР05	5,88	5,02	3,02	3,52
Яблоня	Контроль	87,2	86,6	92,0	69,47
	Циркон	88,7	90,4	94,2	75,53
	Эмистим	92,4	91,8	95,4	80,92
	Эпин экстра	94,0	88,8	97,6	81,47
	НСР05	3,12	3,47	3,04	4,46
2017-2018 гг.					
Груша	Контроль	79,2	82,3	91,8	59,83
	Циркон	81,2	85,8	95,8	66,74
	Эмистим	85,3	89,4	94,2	71,83
	Эпин экстра	83,5	87,7	96,4	70,60
	НСР05	4,12	4,41	3,82	4,47
Яблоня	Контроль	84,7	83,4	90,2	63,72
	Циркон	89,2	87,7	92,3	72,2
	Эмистим	90,9	90,6	94,0	77,41
	Эпин экстра	92,0	89,2	96,2	78,95
	НСР05	4,04	3,87	3,30	4,62

Аналогичные результаты получены при производстве саженцев яблони. Так, сохранность глазков на осень 2016 г. на контроле составила 87,2%. На вариантах с обработкой биопрепаратами прибавка составила 1,5-6,8%. Сохранность глазков на весну 2017 г. на контроле составила 86,6%, на вариантах опыта данный показатель увеличился на 2,2-5,2%. Из них на контрольном варианте прижилось 92,0%, на опытных – на 2,2-5,6% больше. В результате выход однолетних саженцев на контроле составил 69,47% или 30,84 тыс. шт./га. При обработке биопрепаратами выход саженцев увеличился на 6,06-12,05% и составил 33,53-36,17 тыс. шт./га. Выявлено, что обработка растений препаратами Эмистим и Эпин экстра более эффективна по сравнению с препаратом Циркон. В целом выявлено, что груша более отзывчива на обработку иммуномодуляторами по сравнению с яблоней.

Аналогичные исследования проведены в 2017-2018 годах. Отмечена такая же тенденция по влиянию биопрепаратов на приживаемость и развитие окулянтов, как и в предыдущем году. Выход однолетних саженцев груши увеличился при использовании стимуляторов роста и иммуномодуляторов на 6,9-12,0%, яблони – на 8,48-15,23%. Более эффективными были препараты Эмистим и Эпин экстра.

Гибель глазков груши и яблони в зиму 2016/2017 гг. обусловлена погодными условиями перезимовки. Так, в первой декаде февраля отмечены колебания температур от -2-3°C до -22°C ночью на фоне незначительного снежного покрова. С 18 по 28 февраля была оттепель, температура в дневные часы повышалась до +2-3°C. Ночью опускалась до -7-8°C. Что также отрицательно отразилось на сохранности глазков, поскольку растения уже находились в состоянии вынужденного покоя.

Для зимы 2017/2018 гг. (ноябрь 2017 -март 2018 г.) были характерны в целом благоприятные для перезимовки растений погодные условия, которые не выходили за рамки средне-многолетних значений. Однако в отдельные периоды наблюдались значительные понижения температуры, например, в марте до -15°C после затяжных оттепелей, что и вызвало подмерзание саженцев (табл. 2).

**Таблица 2 – Степень подмерзания однолетних саженцев груши и яблони в зиму 2017-2018 гг. в связи с использованием иммуномодуляторов**

По-рода	Вариант	Верхушечная почка	Боковые почки	Кора	Древесина
Груша	Контроль	2,2	1,6	1,7	0,0
	Эпин экстра	1,6	1,0	1,2	0,0
	Эмистим	1,6	1,1	1,3	0,0
	Циркон	1,7	1,2	1,3	0,0
	НСР05	0,43	0,37	0,39	-
Яб-лоня	Контроль	1,5	1,0	1,3	0,0
	Эпин экстра	1,1	0,5	0,9	0,0
	Эмистим	1,0	0,5	0,8	0,0
	Циркон	1,2	0,7	1,1	0,0
	НСР05	0,31	0,35	0,38	-

Известно, что груша в большей степени повреждается морозами по сравнению с яблоней. Анализ результатов исследований показал, что у саженцев груши верхушечная и боковые почки, а также кора подмерзли сильнее, чем у яблони. Так, на контрольном варианте подмерзание верхушечной почки саженцев груши составило 2,2 балла, боковых почек – 1,6 балла, коры – 1,7 балла. У саженцев яблони - 1,5; 1,0 и 1,3 балла соответственно. На коре саженцев груши и яблони отмечены солнечные ожоги в незначительной степени. Древесина обоих пород повреждений не имела.

При обработке иммуномодуляторами саженцев яблони и груши повышалась их зимостойкость. Степень подмерзания при этом достоверно снижалась на 0,4-0,6 балла по сравнению с контролем. Между иммунопротекторными свойствами препаратов в отношении зимних повреждений достоверной разницы не выявлено.

Таким образом, обработка подвоев в год окулировки и саженцев яблони и груши во втором поле питомника биостимуляторами роста и иммуномодуляторами Эмистим и Эпин экстра способствует увеличению выхода однолетних саженцев яблони в среднем за 2 года на 12,57 и 13,62%, груши – на 14,48 и 10,10% соответственно.

Использование биопрепарата Циркон также оказывает положительное влияние на выход саженцев - по груше в среднем за 2 года прибавка составила 3,33%, по яблоне – 7,27%. Однако эффективность данного препарата ниже по сравнению с Эпином экстра и Эмистимом.

Обработка саженцев изучаемыми биопрепаратами повышает устойчивость верхушечной и боковых почек, а также коры к морозным повреждениям.

#### Библиография

1. Вакуленко В.В. Применение регуляторов роста растений при выращивании древесных и декоративных культур. 23 Августа 2012 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: АППМ, [www.ruspitomniki.ru](http://www.ruspitomniki.ru) (дата обращения 12.09.2019).
2. Ботуз Н.И., Борзенкова Н.Е., Павловская Н.Е., Гагарина И.Н. Перспективы применения новых фитоиммуномодуляторов в защите гороха от болезней и вредителей // В сборнике: Регуляция продукционного процесса сельскохозяйственных растений Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти профессора А.П. Лаханова. 2006. - С. 244-249.



3. Лысенко Н.Н., Догадина М.А., Плешкова Н.К. Влияние растений на живые организмы и человека в среде его обитания монография: монография. Орел, 2010. - 263 с.
4. Пентелькина Н.В., Пентелькин С.К. Экологически безопасные стимуляторы роста для лесных питомников. Лесохоз. информ., 2002. - № 6. - С. 20-25.
5. Устинова Т.С. Применение Эмистима при выращивании сосны обыкновенной: матер.науч.- техн. конф. Брянск, 2002. - С. 95 – 96.
6. Регулятор роста растений элиситорного действия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.emistim.ru/emistim.htm> (дата обращения 11.09.2019).
7. Как применять удобрение «Гумат 7»? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agronomu.com> (дата обращения 11.09.2019).

#### References

1. Vakulenko V. V. Application of plant growth regulators in the cultivation of woody and ornamental crops. August 23, 2012 [Electronic resource]. Access mode: АРМ, [www.ruspitomniki.ru](http://www.ruspitomniki.ru) (accessed 12.09.2019).
2. Botuz N. And. Borzenkova N. E. Pavlovskaya N. E. Gagarina I. N. Prospects of new fitom of imunomodulators to protect the peas from pests and diseases // In the book: Regulation of production process of agricultural plants Materials of all-Russian scientific-practical conference dedicated to the Noi in memory of Professor A. P. Lahanov. 2006. - Pp. 244-249.
3. Lysenko N. N., dogadina M. A., Pleshkova N. K. Influence of plants on living organisms and humans in their habitat monograph: monograph. Eagle, 2010. - 263 p.
4. Pentelkina N. In. Pentelikon S. K. Environmentally safe growth promoters for forest Petani-cov. Leshoz.inform., 2002. - No. 6. - P 20-25.
5. Ustinova T. S. Application emistime when grown Scots pine: mater.scientific.-tekhn. Conf. Bryansk, 2002. - P. 95 – 96.
6. The plant growth regulator eliciting action [Electronic resource]. Modeдo-стyпa: <http://www.emistim.ru/emistim.htm> (accessed 11.09.2019).

#### Сведения об авторах

Резвякова Светлана Викторовна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой защиты растений и экотоксикологии, ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», 302019, г. Орёл, Генерала Родина ул., 69, [iana8545@yandex.ru](mailto:iana8545@yandex.ru)

Гурин Александр Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой агроэкологии и охраны окружающей среды, ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», 302019, г. Орёл, Генерала Родина ул., 69, [gurin10159@yandex.ru](mailto:gurin10159@yandex.ru)

#### Information about the author

Rezvyakova Svetlana V., doctor of agricultural Sciences, associate Professor, head of the Department of plant protection and ecotoxicology, Orel state agrarian University named after N. V. Parakhin, 302019, Orel, General Rodina str., 69, [iana8545@yandex.ru](mailto:iana8545@yandex.ru)

Gurin Alexander G., doctor of agricultural Sciences, Professor, head of the Department of Agroecology and environmental protection, Orel state agrarian University named after N. V. Parakhin, 302019, Orel, General Rodina str., 69, [gurin10159@yandex.ru](mailto:gurin10159@yandex.ru)

УДК 631.563:633.43

*А.А. Рядинская*

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ХРАНЕНИЯ НА СОХРАННОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ МОРКОВИ

**Аннотация.** По результатам исследований установлен оптимальный способ хранения моркови - хранение в ящиках с полиэтиленовым вкладышем, позволяющий продлить срок хранения в условиях охлаждения до 6 месяцев хранения с наименьшей убылью массы и с минимальными потерями питательных веществ.

**Ключевые слова:** морковь, способы хранения, сохранность, сорт, естественная убыль.

### INFLUENCE OF STORAGE METHODS FOR CONSERVATION OF CARROT FOSSILS

**Abstract.** According to the results of the research, the optimal method for storing carrots is established - storage in boxes with a polyethylene liner that allows to extend the shelf life in the cooling conditions up to 6 months of storage with the least weight loss and with minimal losses of nutrients.

**Keywords:** carrots, storage methods, keeping quality, variety, natural loss.

Принципы здорового питания дали направление в современном мире на увеличение потребления свежих овощей и фруктов, среди которых морковь занимает ведущие позиции благодаря содержанию полезных веществ, таких как углеводы, витамины, минеральные соединения и биологически активные вещества. Морковь является одной из основных овощных культур в России и мире [2].

Однако увеличение производства моркови в ЦЧР сдерживается вследствие недостаточной изученности технологий выращивания и хранения, малой изученности перспективных сортов, а также слабой обеспеченности хозяйств стационарными хранилищами. При хранении корнеплодов моркови необходимо обеспечить стабильность исходных свойств или их изменение с минимальными потерями, без снижения их товарного качества.

Среди всех корнеплодов морковь считается самой капризной в плане хранения.

Хранение продовольственных корнеплодов моркови, даже при благоприятных условиях, сопровождается определенными потерями питательных веществ на дыхание и другие физиологические процессы, а также большой степенью поражаемости микроорганизмами, которые способствуют снижению качества и уменьшению количества пригодных к употреблению корнеплодов [3].

Одним из перспективных методов хранения овощей является создание в хранилище газовой среды с повышенным содержанием углекислого газа и пониженным кислорода. Однако строительство подобных хранилищ затруднено из-за значительных материальных затрат, сложностей их герметизации, создания и поддержания определенного состава газовых смесей [4].

Применение полимерных упаковок с заданной газо- паро- и влагопроницаемостью дает возможность создания модифицированной газовой среды при хранении овощей с накоплением естественным путем углекислого газа и снижением содержания кислорода. В практику вошли пленки из полиэтилена, обладающие определенной газопроницаемостью для CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub>, слабой паро- и водопроницаемостью, высокой эластичностью, прочностью, химической инертностью [5].

В наших исследованиях использовались корнеплоды моркови трех сортов: Лосино-островская, Нантская 4, Шантанэ 2461, отвечающие требованиям ГОСТ 32284-2013.

Опыты по хранению корнеплодов моркови проводили согласно «Методическим указаниям по проведению НИР по хранению овощей» (1982) и по принятой во Всероссийском научно-исследовательском институте овощеводства методике (А.М. Фролов, А.В. Романова, Р.К. Магомедов), описанной в «Методике опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве» под ред. Белика В.Ф.

Уборку моркови всех сортов проводили в конце сентября в теплую и сухую погоду. Для предотвращения механических повреждений, которые способствуют интенсивности дыхания и порче продукции при хранении уборка моркови проводилась вручную. Закладку на хранение проводили 1 октября.

Предварительно охлажденные до температуры холодильной камеры (0...+2°C) корнеплоды моркови, взвешивали по 25 кг и размещали в четыре вида упаковки – открытые полимерные ящики, полимерные ящики с переслойкой песком, полимерные ящики с переслойкой древесными опилками хвойных пород, ящики с полиэтиленовым вкладышем из пленки по ГОСТ 10354-82 толщиной 60-80 мкм.

При хранении корнеплодов с пересыпкой влажным песком и хвойными опилками подготовленный субстрат высыпали на дно ящика примерно в 5 см толщиной, выкладывали морковь так, чтобы плоды не касались друг друга, после чего снова засыпали песком или опилками. Процесс повторяли, пока ящик не заполнится полностью.

Сохраняемость корнеплодов моркови проводили каждый месяц.

Данные таблиц 1 - 3 отражают сохраняемость моркови в зависимости от способа хранения, % к исходной массе продукции.

**Таблица 1 - Сохраняемость корнеплодов моркови Лосиноостровская, в % к исходной массе продукции**

Вид упаковки	Период хранения (месяцы)	Убыль массы, %	Убыль массы, кг	Выход товарной продукции, %
Открытый полимерный ящик	октябрь	2,0	24,87	88,8
	ноябрь	2,0	23,88	
	декабрь	1,9	22,93	
	январь	1,8	22,00	
	февраль	1,8	21,13	
	март	1,7	20,28	
Полимерный ящик с переслойкой песком	октябрь	1,8	24,55	89,8
	ноябрь	1,7	24,02	
	декабрь	1,7	23,06	
	январь	1,7	22,14	
	февраль	1,7	21,28	
	март	1,6	20,42	
Полимерный ящик с переслойкой опилками хвойных пород	октябрь	1,9	24,53	89,8
	ноябрь	1,8	24,08	
	декабрь	1,7	23,67	
	январь	1,6	23,29	
	февраль	1,6	22,92	
	март	1,6	22,55	
Ящик с полиэтиленовым вкладышем	октябрь	1,6	24,60	90,8
	ноябрь	1,6	24,21	
	декабрь	1,5	23,84	
	январь	1,5	23,48	
	февраль	1,5	23,12	
	март	1,5	22,77	

В первой половине апреля проводили учет сохраняемости, учитывая влияние сортов и способов хранения на выход и показатели качества корнеплодов.

При определении сохранности корнеплодов определяли число проросших корнеплодов, массу проростков, естественную убыль и степень подвяленности тканей корнеплодов.

В результате исследований было установлено, что сохраняемость моркови зависит от сортовых особенностей и способа хранения.

Анализируя результаты сохранности корнеплодов моркови сорта Лосиноостровская, отраженные в таблице 1 можно сказать, что наибольшие потери наблюдались в контрольном варианте и составили 11,2 % или 2,8 кг. Одинаковыми оказались показатели у моркови, хранящейся в ящиках с переслойкой песком и опилками составили по 10,2 % или 2,55 кг. Лучшие результаты хранения были отмечены при хранении корнеплодов в Ящик с полиэтиленовым

вкладышем. Потери составили 9,2 % или 2,3 кг, что меньше на 2,0 % чем при обычном способе хранения и на 1,0 % при хранении в песке и древесных опилках. Однако, потери превышали нормированные почти в два раза.

Показатели качества корнеплодов моркови сорта Нантская 4, отраженные в таблице 2 свидетельствуют о том, что данный сорт моркови несколько отличается лежкостью.

**Таблица 2- Сохраняемость корнеплодов моркови Нантская 4, в % к исходной массе продукции**

Вид упаковки	Период хранения (месяцы)	Убыль массы, %	Убыль массы, кг	Выход товарной продукции, %
<b>Нантская 4</b>				
Открытый полимерный ящик	октябрь	1,8	24,55	89,8
	ноябрь	1,7	24,13	
	декабрь	1,7	23,72	
	январь	1,7	23,32	
	февраль	1,6	22,95	
	март	1,7	22,56	
Полимерный ящик с переслойкой песком	октябрь	1,5	24,63	91,4
	ноябрь	1,5	24,26	
	декабрь	1,4	23,92	
	январь	1,4	23,59	
	февраль	1,4	23,26	
	март	1,4	22,93	
Полимерный ящик с переслойкой опилками хвойных пород	октябрь	1,6	24,60	91,2
	ноябрь	1,5	24,23	
	декабрь	1,5	23,87	
	январь	1,4	23,53	
	февраль	1,4	23,20	
	март	1,4	22,87	
Ящик с полиэтиленовым вкладышем	октябрь	1,4	24,65	92,1
	ноябрь	1,3	24,33	
	декабрь	1,3	24,01	
	январь	1,3	23,69	
	февраль	1,3	23,38	
	март	1,3	23,07	

Хранение корнеплодов в ящиках с переслойкой песком и древесными опилками оказались, практически одинаковыми с разницей 0,2 % при хранении в песке 8,6 % и в опилках 8,8 %.

Хранение в ящиках с полиэтиленовым вкладышем имело преимущество над всеми вариантами. Убыль массы составила 8,2 %, что меньше контрольного на 2,0 %, и на 0,4 и 0,6 % при хранении в песке и опилках соответственно.

Следует отметить, что наименьшее количество естественной убыли было отмечено у корнеплодов моркови сорта Шантанэ во всех вариантах.

Убыль массы за 6 месяцев хранения составила в контрольном варианте 9,8 %, хранение в ящиках с переслойкой песком и древесными опилками показали практически одинаковые результаты с разницей 0,1 %, 6,6 и 6,7% соответственно. Хранение корнеплодов в ящиках с полиэтиленовым вкладышем позволило снизить естественную убыль до 5,1 % (1,25 кг).

Таким образом, хранение корнеплодов моркови зависит не только от способа хранения, но и от сорта. Наибольшей лежкостью обладала морковь сорта Шантанэ во всех вариантах хранения. Наибольший выход стандартных корнеплодов был отмечен у сорта Шантанэ и составил в открытом полимерном ящике 90,2 %, в полимерном ящике с переслойкой песком 93,4 %, в полимерном ящике с переслойкой древесными опилками 93,3 %, в ящике с полиэтиленовым вкладышем выход был 94,9 %.

Если сравнивать результаты хранения корнеплодов сорта Лосиноостровская и Нантская 4, то разница в величине убыли массы при хранении была незначительной. Сохранность корнеплодов Лосиноостровская в контрольном варианте составила 88,8 %, в ящиках с переслойкой песком и древесными опилками сохранность была одинаковой - 89,8%, при хранении в полиэтиленовых мешках сохранность составила 90,8 %.

**Таблица 3- Сохраняемость корнеплодов моркови Шантанэ, в % к исходной массе продукции**

Вид упаковки	Период хранения (месяцы)	Убыль массы, %	Убыль массы, кг	Выход товарной продукции, %
<b>Шантанэ</b>				
Открытый полимерный ящик	октябрь	1,7	24,57	90,2
	ноябрь	1,7	24,15	
	декабрь	1,6	23,76	
	январь	1,6	23,38	
	февраль	1,6	23,00	
Полимерный ящик с переслойкой песком	октябрь	1,4	24,70	93,4
	ноябрь	1,2	24,40	
	декабрь	1,0	24,16	
	январь	1,0	23,91	
	февраль	1,0	23,67	
Полимерный ящик с переслойкой опилками хвойных пород	октябрь	1,4	24,65	93,3
	ноябрь	1,3	24,33	
	декабрь	1,0	24,08	
	январь	1,0	23,84	
	февраль	1,0	23,60	
Ящик с полиэтиленовым вкладышем	октябрь	1,2	24,70	94,9
	ноябрь	1,0	24,45	
	декабрь	0,8	24,25	
	январь	0,7	24,08	
	февраль	0,7	23,91	
март	0,7	23,74		

Сохранность моркови сорта Нантская в контрольном варианте составила 89,8 %, в ящиках с переслойкой песком 91,4 %, с переслойкой древесными опилками 91,2 %, при хранении в полиэтиленовых мешках сохранность составила 91,8 %.

Величина выхода товарной продукции определялась в основном убылью массы. Наибольший выход стандартных корнеплодов отмечен при использовании полиэтиленового вкладыша в ящики. Это объясняется тем, что внутри полимерной упаковки создавалась модифицированная газовая среда, что снижало интенсивность протекания метаболических процессов и способствовало снижению величины убыли массы.

Таким образом, оптимальной упаковкой является использование полиэтиленового вкладыша в ящики, позволяющая продлить срок хранения корнеплодов моркови до шести месяцев с минимальной величиной убыли массы – 5,1,0%.

#### **Библиография**

1. ГОСТ 32284-2013. Морковь столовая свежая, реализуемая в розничной торговой сети. Технические условия: М.:Стандартинформ, 2016.
2. Леунов, В.И. Столовые корнеплоды в России / В.И. Леунов. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – 272 с.
3. Борисов, В.А. Качество и лежкость овощей. / В.А. Борисов, С.С. Литвинов, А.В. Романова // - М.: ВНИИО, 2003.- 625с.
4. Кожевников А.Г. Анализ и перспективы развития научных исследований по длительному хранению корнеплодов моркови / А.Г. Кожевников // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – № 4. – С. 41-44.
5. Гиль, В.Е. Полимеры помогают сохранить продукты. / В.Е. Гиль.– М.: Знание, 1985. – 127 с.
6. Методические указания по проведению НИР по хранению овощей. - М.: ВАСХНИЛ, 1982. - 34 с.

### **Bibliography**

1. . GOST 32284-2013. Carrot, fresh, sold in retail outlets. Specifications: m: Standartinform, 2016.
2. Leunov, V.i. edible roots in Russia V.i. Leunov. -M.: Association of scientific publications KMK, 2011. -272 with.
3. Borisov, V.a. quality and shelf life of vegetables. /V.a. litvinov, S.s. Borisov A.v. Romanov//-m.: VNIIO, 2003.-625 with.
4. Kozhevnikov A.g. Analysis and prospects of research on long-term storage of carrots is carrot/A.g. Kozhevnikov//selhozsyrja storage and processing. -2005. – No. 4. -S. 41-44.
5. Gil, v.e. Polymers help to preserve foods. /V.e. Gil.-m.: knowledge, 1985. -127 p.
6. methodological guidelines for conducting RESEARCH WORK on storing vegetables. -M.: VASKHNIL, 1982. -34 s.

### **Сведения об авторах**

Рядинская Антонина Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина, ул. Вавилова, д.1, контактный телефон 89038865035.

### **Information about authors**

Ryadinskaya Antonina Alexandrovna, Candidate of Agriculture, associate professor of agricultural products production/processing technology chair of Belgorod State Agrarian University named after Gorin, telephone 89038865035.

УДК 635.26:631.56:664.8:664.5

*Н.А. Сидельникова, В.В. Смирнова*

## РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЧЕСНОКА

**Аннотация.** В настоящее время самым популярным у россиян становится здоровое питание, иначе его называют функциональным питанием, так как именно на него возлагаются обязанности обеспечения нормальной жизнедеятельности населения нашей страны. Считается, что основной путь получения продуктов функционального питания - это создание разнообразных добавок, в том числе с повышенными пищевыми и биологическими свойствами. Содержание в чесноке аскорбиновой кислоты и ценных биологически - активных веществ дает основание использовать его для получения разнообразных продуктов функционального назначения. Составной частью сока чеснока из листьев, свежих побегов, корней, плодов, луковиц являются также фитонциды, влияние которых можно сравнить с действием высокой температуры или консерванта. Несмотря на уникальные свойства чеснока, использование его довольно ограничено. Чеснок, как пряно-вкусовое растение помимо употребления в свежем виде, находит применение при солении и мариновании различных овощей. Необходимость производства сушеного чеснока, хлопьев и порошка вызвана большими потерями сырого чеснока на всех этапах его поступления к потребителю. Только при хранении потери составляют более 20%. Значительная доля потерь приходится и на переработку с использованием старых технологий, при которых количество отходов может составлять более 40% от исходного сырья. Как правило, при этом теряется большое количество ценных компонентов. Поэтому необходимо применение ресурсосберегающей и комплексной переработки, которые позволят максимальное увеличение всех полезных веществ, и производство биологически полезных продуктов. В сухой порошок чеснока традиционно получают путем упаривания с последующей сушкой. Мы использовали технологии, которые исключали негативное воздействие высоких температур и обеспечили максимальное сохранение полезных веществ. Переработка чеснока осуществляется, в основном, в двухнаправлениях: в качестве вкусо-ароматической добавки в пищевом производстве; при получении полуфабрикатов для фармацевтической промышленности, например, чесночного масла, чесночного порошка.

**Ключевые слова:** чеснок, чеснок сушеный, порошок, паста, химический состав, технология переработки, питательная ценность продуктов из чеснока.

### RESOURCE-SAVING GARLIC DEEP PROCESSING TECHNOLOGIES

**Abstract.** At present, healthy nutrition is becoming the most popular among Russians, otherwise it is called functional nutrition, as it is responsible for ensuring the normal life of the population of our country. It is believed that the main way to obtain functional food products is to create a variety of additives, including those with increased food and biological properties. Content of ascorbic acid and other valuable biologically active substances in garlic gives a reason to use it for obtaining various products of functional purpose. A component of garlic juice from leaves, fresh shoots, roots, fruits, bulbs is also phytoncides, the effect of which can be compared to the action of high temperature or preservative. Despite the unique properties of garlic, the use of it is quite limited. Garlic, as a spice-taste plant in addition to eating in fresh form, finds use in salting and marinating various vegetables. The need to produce dried garlic, flakes and powder is caused by heavy losses of raw garlic at all stages of its arrival to the consumer. During storage alone, losses are more than 20%. A significant share of the losses is also due to recycling using old technologies, in which the amount of waste can account for more than 40% of the feedstock. Typically, a large number of valuable components are lost. Therefore, it is necessary to use resource-saving and complex processing, which will allow to maximize all useful substances, and production of biologically useful products. In dry garlic powder is traditionally produced by evaporation followed by drying. We used technologies that eliminated the negative impact of high temperatures and ensured maximum retention of useful substances. Garlic processing is carried out mainly in two directions: as a taste and aroma additive in food production; Production of semi-finished products for pharmaceutical industry, for example, garlic oil, garlic powder.

**Keywords:** garlic, dried garlic, powder, paste, chemical composition, processing technology, nutritional value of garlic products

Чеснок принадлежит к числу растений, употребление которых в пищу и возделывание началось еще в глубокой древности. Сведения о нем встречаются во многих старинных книгах естествоиспытателей и медиков. Исторические материалы свидетельствуют о широком применении чеснока в древнем Китае, Индии, Персии, Греции, Риме. Упоминание о чесноке присутствует среди надписей на пирамиде Хеопса, построенной около 4,5 тыс. лет до н.э. Древнегреческий ученый и естествоиспытатель Теофраст, живший за 370 лет до н.э. довольно подробно описывал некоторые сорта и агротехнику этой культуры. Знаменитые древние врачи Гиппократ и Диоскорид высоко ценили чеснок и употребляли его при лечении многих болезней. В странах Западной Европы чеснок также широко использовался как полезное вкусовое

и целебное растение. Особенно высоко он ценился во Франции, Испании, Бельгии и Англии.

В нашей стране об употреблении чеснока в пищу также известно с древних времен. Тогда же в народной медицине стали использовать его и как лекарственное средство. По свидетельству письменных источников Древней Руси старинными очагами возделывания чеснока являлись Ярославль, Муром, Суздаль, Киев и, особенно, Ростов Великий.

В настоящее время самым популярным у россиян становится здоровое питание, иначе его называют функциональным питанием, так как именно на него возлагаются обязанности обеспечения нормальной жизнедеятельности населения нашей страны. Считается, что основной путь получения продуктов функционального питания - это создание разнообразных добавок, в том числе с повышенными пищевыми и биологическими свойствами [1,4].

В связи с этим основной задачей является создание таких продуктов питания, которые не являясь лечебными, помогали бы организму справляться с трудностями, вызванными болезнями, плохой экологией, профессиональными чрезмерными нагрузками, стрессовыми ситуациями, возрастными изменениями и др. Особый интерес сегодня приобретает чеснок, который с давних пор славится уникальным комплексом свойств, позволяющих благоприятно воздействовать на организм сразу в нескольких направлениях [7].

Целью исследований - разработать технологии переработки чеснока для создания расширенного ассортимента продукции функционального назначения с высокими качественными показателями.

В соответствии с поставленной целью нами определены следующие задачи исследований: - изучить химический состав чеснока; - разработать технологию переработки чеснока; - определить возможность использования продуктов комплексной переработки чеснока в качестве добавок.

Изучение нами химического состава чеснока позволило нам убедиться в том, что это чрезвычайно ценное растение (табл.1). Питательная ценность чеснока обусловлена, в основном, содержанием в нем до 40% растворимых сухих веществ, более 14% (в сухих зубках) - белковых веществ. Общий сахар чеснока в исходном образце составил 33,1 %, в образце после сушки - 75,0 %.

**Таблица 1 – Химический состав чеснока до и после сушки**

Измеряемые параметры	Чеснок (исходный образец)	Чеснок (образец после сушки)
Общая влага, %	60,0	5,9
Массовая доля белка,%	6,6	14,6
Массовая доля жира,%	0,5	1,1
Углеводы (общий сахар), %	33,1	75,0
Зола, %	1,5	4,6
Минеральный состав		
Натрий(Na), мг	17,1	37,8
Калий(K), мг	387,9	862,2
Кальций(Ca), мг	181,6	397,6
Магний(Mg), мг	25,2	56,1
Железо(Fe), мг	1,64	3,6
Фосфор(P), мг	153,3	343,5
Витаминный состав		
Витамин (C), мг%	10,5	18,7

Содержание в чесноке аскорбиновой кислоты и других ценных биологически - активных веществ дает основание использовать его для получения разнообразных продуктов функционального назначения [5]. Составной частью сока чеснока из листьев, свежих побегов, корней, плодов, луковиц являются также фитонциды, обуславливающие бактерицидные и фунгицидные свойства, вызывающие обычно столь быструю гибель бактерий, что это явление можно сравнить с действием высокой температуры или консерванта. Несмотря на уникальные свойства чеснока, использование его довольно ограничено. Чеснок, как пряно-вкусовое растение помимо употребления в свежем виде, находит применение при солении и мариновании



различных овощей, изготовлении колбасных и мясных изделий, а также как необходимая острая приправа ко многим блюдам в кулинарии. Однако следует отметить чрезмерно острый вкус и специфический аромат эфирного масла чеснока не позволяет в полной мере использовать белково-углеводный комплекс этого уникального природного продукта.

Из литературы нам известно, что химический состав чеснока благоприятно влияет на снижение артериального давления, увеличивает амплитуду и замедляет ритм сердечных сокращений, расширяет периферические и коронарные сосуды сердца, способствует усвоению холина. Через небольшой промежуток времени, после постоянного употребления в пищу чеснока, регистрируется положительная динамика улучшения свойств крови. Уровень липидов, функция тромбоцитов, тонус сосудов приходят в норму [6]. Данные изменения наступают быстро, физиологично и комплексно. В данных исследованиях ученые брали дозировки: свежий чеснок (20-40 г за сутки, продолжительность употребления 2-3 дня); чесночный порошок (600 мг в сутки, продолжительность употребления 2 месяца); чесночное масло (15 мг в сутки, продолжительность употребления 6 месяцев).

В комплексе с другими значимыми компонентами чеснока, белками, клетчаткой и др. инулин повышает свое влияние на организм. Также химический состав чеснока оказывает и антиканцерогенное действие. Предотвращает образование злокачественных опухолей.

Благодаря нахождению в чесноке калия (в количестве 387,9 % и в сухом – 862,2 %) оказывается положительное влияние на кровотворение, а магний является наиболее важным составляющим дыхательного фермента [8].

Учеными установлено, что летучие фракции фитонцидов обладают максимальной силой в осенние послеуборочные месяцы, постепенно снижаясь к весне. Сок же чеснока, наоборот, минимально активен осенью и становится более активным к весне.

Необходимость производства сушеного чеснока, хлопьев и порошка вызвана большими потерями сырого чеснока на всех этапах его поступления к потребителю. Только при хранении потери составляют более 20%. Значительная доля потерь приходится и на переработку с использованием старых технологий, при которых количество отходов может составлять более 40% от исходного сырья. Как правило, при этом теряется большое количество ценных компонентов.

Поэтому необходимо применение ресурсосберегающей и комплексной переработки, которые позволят максимальное увеличение всех полезных веществ, и производство биологически полезных продуктов. В сухой порошок чеснока традиционно получают путем упаривания с последующей сушкой. Мы использовали технологии, которые исключали негативное воздействие высоких температур и обеспечили максимальное сохранение полезных веществ.

Переработка чеснока осуществляется, в основном, в двух направлениях: в качестве вкусо-ароматической добавки в пищевом производстве; при получении полуфабрикатов для фармацевтической промышленности, например, чесночного масла, чесночного порошка.

В литературе имеются сведения по оборудованию для переработки чеснока. Например, высокопроизводительная машина для его очистки, где в качестве рабочей среды используется сжатый воздух.

Другой, более простой способ - гидропульсационный, при котором очистка происходит с помощью воды. Способ основан на том, что во всасывающем патрубке сырье находится под действием вакуума, а в нагнетательном - избыточного давления. Под действием вакуума воздух под кожицей чеснока расширяется, частично отслаивает кожицу и разрывает ее.

Типичным примером переработки чеснока на действующих предприятиях может служить переработка его на поточно-механизированной линии консервного завода, где получают соус чесночный, а также чеснок, консервированный поваренной солью.

Поступающий на линию чеснок сортируют на роliko-калибровочном транспортере по размерам. Крупная фракция (более 1,5 см) направляется на разбивочную машину (двухвалковую дробилку), где раскалывается на зубки, которые затем очищают от покровной шелухи на пневмо-очистительной машине. С помощью абразивной поверхности шелуха отделяется от зубков и вентилятором по воздуховоду через циклон отводится в сборник. Степень очистки

составляет 95-98%. Очищенный чеснок моют в вентиляторной моечной машине с душевым устройством, удаляя остатки шелухи и легкие примеси. После мойки зубки слегка подсушивают, используя для этого сетчатый вибротранспортер, под нижней поверхностью которого расположен калорифер, подающий горячий воздух при температуре 50-60°C.

Мытый и подсушенный чеснок измельчают на сдвоенной протирочной машине с диаметром отверстий верхнего сита - 1,5 мм, нижнего - 0,6 мм, а затем направляют в фаршмешалку и смешивают с предварительно подготовленной солью. Для получения высоко дисперсной гомогенизированной массы солевую чесночную пасту вторично протирают на протирочной машине с диаметром отверстий сит 0,4 мм.

Для производства сушеного чеснока применяют в качестве сырья любые сорта чеснока. В отличие от других овощных культур, чеснок содержит большое количество сухих веществ – порядка 40%. Этот факт позволяет получать хорошие экономические показатели в овощесушильном бизнесе и продавать сушеный чеснок с большой добавленной стоимостью. Цена сушеного чеснока напрямую зависит от стоимости и наличия сырья.

Основная часть сухого вещества в чесноке – углеводы. В большом количестве содержатся эфирные масла, которые и придают чесноку соответствующие запах и вкус [2,3]. Процесс конвективной сушки позволяет сохранить эфирные масла в структуре продукта. Бактерицидные свойства придают продукту фитонциды. Наши технологии производства также обеспечивают сохранность всех витаминов в составе готового продукта.

Сушеный чеснок нашел широкое применение в современной пищевой промышленности и стал одним из востребованных ингредиентов. Сушеный чеснок покупают оптом организации, которые по рецептуре используют свежее сырье: производство пищевых концентратов; колбасное производство; овощные и мясные консервы; предприятия общественного питания и др.

Срок хранения сушеного чеснока составляет порядка двух лет, без потери качественных показателей. Готовый продукт может быть нескольких видов: чеснок сушеный хлопьями или кусочками (в виде лепестков); чеснок сушеный гранулированный, или дробленый (на разные фракции); чеснок сушеный молотый (порошок); прессованный, в виде таблеток.

На скорость и качество производства сушеного чеснока влияет сразу несколько основных факторов: качество исходного сырья, размер и количество зубчиков в луковице; качество и технологичность оборудования предварительной подготовки; форма и размер нарезки сырья; температурные режимы в процессе сушки.

Согласно Госту 33567-2015 перерабатываемый чеснок должен отвечать нескольким требованиям:

- Луковицы должны быть чистыми.
- Зубчики чеснока твердые и плотные, целые, крупные.
- На луковицах отсутствуют грибковые заболевания или нематоды.
- На луковицах отсутствуют корешки или проросшие побеги.
- Окраска равномерная.
- Стрелки обрезаются на длину два сантиметра, а сухие листья – на 5 сантиметров от луковицы.
- Диаметр луковиц не меньше 2,5 сантиметров.
- Механические повреждения занимают не более трех процентов от луковицы.
- На луковицах отсутствует загнивание, запаривание или подмерзание.

**Таблица 2 - Требования к качеству чеснока продовольственного**

Наименование показателя	Характеристика и норма для товарного сорта		
	высшего	первого	второго
Внешний вид	Луковицы чеснока вызревшие, характерной для ботанического сорта формы и окраски, целые, чистые, здоровые, без излишней внешней влажности		
	Луковицы чеснока правильной формы, надлежащим образом очищены. У сухого чеснока корни должны быть подрезаны близко к основанию луковицы. Допускаются незначительные поверхностные дефекты, если они не влияют общий внешний вид, качество, сохранность и товарный вид продукта в упаковке	Достаточно правильной формы. Допускаются небольшие разрывы покровной чешуи луковицы, при условии, что они не влияют на общий внешний вид, качество, сохранность и товарный вид продукта в упаковке	Допускаются разрывы покровной чешуи луковиц или ее отсутствие, зарубцевавшиеся механические повреждения, небольшие следы побитости, луковицы неправильной формы, отсутствие не более трех зубков при условии, что чеснок сохраняет характерные признаки качества, сохраняемость и товарный вид
Состояние луковиц чеснока	Луковицы, чеснока твердые, способные выдерживать транспортирование, погрузку, разгрузку и доставку к месту назначения		
Запах и вкус	Свойственные данному ботаническому сорту, без постороннего запаха или привкуса		
Массовая доля луковиц чеснока с явными признаками прорастания, %, не более	Не допускается	1,0	5,0
Массовая доля земли, прилипшей к луковицам, % от массы, не более	0,5	0,7	1,0
Массовая доля луковиц с отпавшими зубками, %, не более	Не допускается	10,0	Не нормируется

Нами разработана следующая глубокая технология производства сушеного чеснока.

Процесс технологической переработки состоит из нескольких последовательных операций. Доставленные на овощесушильное предприятие луковицы чеснока после инспекции, взвешивания и подсушки дробят на отдельные зубки.

Очищенный чеснок поступает на инспекционный транспортер чеснокоочистительной машины, где его инспектируют, отбирая при этом загнившие, поврежденные вредителями донца; неочищенные зубки направляют повторно на машину.

Очищенные и подготовленные зубчики чеснока нарезают на овощерезке. В случае нарезки кусочками (слайсами) толщина реза не должна превышать 2-3мм. В качестве оборудования для нарезки применяются машины с горизонтальными или вертикальными расположением резцов.

Особенность нарезки чеснока является то, что сок, выделяемый в процессе продуктом имеет большую вязкость. Эта вязкость не дает свободно проходить продукту через систему ножей и происходит забивание продуктом резательного механизма. Для этого оборудование должно быть оснащено дополнительным модулем, которые производит равномерное смачивание поверхности ножей. Также необходим механизм удаления клеточного сока с поверхности кусочков чеснока. Данный процесс необходим для того, чтобы готовый продукт не темнел, а кусочки не слипались между собой.



Рис 1. Технологическая схема производства чесночного порошка

В случае производства сушеного чеснока, продукт перед сушкой не бланшируют, поскольку это негативно сказывается на ценных эфирных маслах. Сушится же чеснок до конечной влажности 6-8%. Более высокая влажность не допускается, поскольку снижает срок хранения продукции. К тому же влажный чеснок может терять свои товарные качества: он меняет цвет, становится мягким и слипается между собой.

Для промышленной сушки чеснока больше всего подходят ленточных сушильных установок и сушильных боксов. Данное оборудование позволяет сделать конечную влажность продукта в пределах нормативных 6-8%.

После сушки продукт поступает на инспекцию, где удаляют остатки чешуи, поджаренные, недосушенные и с другими дефектами кусочки.

Для получения порошка сушеный чеснок измельчают на дробилке и просеивают через сито. Упаковывают готовую продукцию для оптовой продажи обычно в полипропиленовые мешки с вкладышем или картонные коробки.

Из анализа зарубежной литературы становится ясно, что на потребительском рынке чесночных товаров, в основном, представлены порошкообразные продукты из чеснока, которые вырабатываются лучшими технологиями и на лучших образцах оборудования ведущих фирм США, Германии, Франции, Швейцарии, Японии и др. Порошкообразные продукты с влажностью 6,0-6,5% пользуются наибольшим спросом.

На многих зарубежных предприятиях обезвоживание продукта осуществляют в два этапа. Очищенные нарезанные зубки чеснока сушат в плотном слое до влажности 8%. Крупные фракции отсеивают и фасуют. Мелкие бесформенные кусочки досушивают до равновесной влажности и ниже в бункерных установках с влагопоглотителем.

Второй компонент – ферментный - получают истиранием свежего чеснока, с последующей его ферментацией и сушкой. В полуфабрикаты добавляют антикомкователь, после чего массу тщательно перемешивают. Полученный продукт употребляют в Первый этап обезвоживания завершают при достижении продуктом влажности 12-14%. Затем горячий полуфабрикат подвергают плющению на встречно-вращающихся валках и досушивают до 5% влаги в плотном слое или в состоянии псевдооживления.

В США только из сушеного чеснока получают бвидов продукции: ломтики, дробленый, молотый, крупка, гранулы, порошок.

Анализ данных зарубежной литературы свидетельствует о значительном интересе к производству продукции из чеснока, особенно, вкусовых добавок, о непрерывном росте этого

сектора в пищевом производстве зарубежных стран. Кроме этого известно немало способов производства новых видов продуктов и приправ из чеснока, в том числе и вкусовых экстрактов, применяемых не только для ароматизации пищевых продуктов, но и в качестве добавок.

В Японии выпускают такие приправы как „Супер”, „Свежий чеснок”, „Ферментированный чеснок”, „Чесночный Эйс”, „Чесночное масло” и др. Приправу „Супер” вырабатывают в виде хлопьев, крупки, сечки, порошка. Очищенные и вымытые зубки чеснока нарезают тонкими пластинами, затем высушивают горячим циркулирующим воздухом. В сушильном аппарате предусмотрен блок улавливания ароматических веществ из паров удаляемой влаги, состоящий из колонок с активированным углем. Десорбцию веществ из „насыщенного угля” производят спиртом, а их концентрирование -отгонкой растворителя с контролем его остаточного содержания. Концентрат аромата и высушенный чеснок смешивают в требуемых пропорциях при небольшом нагревании в условиях герметичности. Приправа „Свежий чеснок” состоит из двух компонентов - субстратного и ферментного. Субстрат представляет собой тонко нарезанные зубки чеснока с предварительной дезактивацией фермента - аллииназы, высушенные при низких температурах, а затем измельченные в порошок в пищу после восстановления без какой-либо тепловой обработки. Для восстановления порошок смешивают с водой комнатной температуры в соотношении 1:1,5 и выдерживают в течение 10 минут.

К вкусо-ароматическим приправам также относится чесночная соль (натуральная или с наполнителем). По стандарту США такой продукт содержит 81% не йодированной соли, 18-19% сушеного порошкообразного чеснока и 1-2% антикомкователя (стеарата кальция). Продукцию выпускают в мелкой потребительской таре.

В Германии запатентованы способы получения чесночных приправ с ослабленным запахом, содержащих от 20 до 90% свежего чеснока или чесночного гранулята, или чесночного порошка, или чесночного сока, с добавлением пряных растений, например, фенхеля или базилика.

В Японии запатентован способ получения агента для повышения физической силы. В качестве активного компонента, повышающего физическую силу в дневной рацион вводят до 2 г на человека 5-алкил (или алкенил)- L-цистеинсульфоксида, экстрагируемого из чеснока. Известны также следующие пищевые добавки, разработанные в Японии: аллитиамин - продукт соединения аллицина чеснока и витамина В<sub>6</sub>, тиогликозидпептид (скординин), которые используются в составе тонизирующих напитков.

Чеснок может быть использован в качестве добавки к различным соусам, салатам и другим продуктам или перерабатываться в один из двух типов продукции: сухой порошок чеснока; чесночное масло.

В любом из этих видов чеснок может быть использован для прямой продажи или в качестве компонента в фармацевтической и пищевой промышленности благодаря антисептическим и вкусовым качествам этого растения.

#### Библиография

1. Болотских А. С. Лук, чеснок / А. С. Болотских. - Харьков: Фолио-Плюс, 2002. — 286 р. — ISBN 966-03-1366-7
2. Гуркин В. А. Чеснок / В. А. Гуркин, Г. Н. Докучаева— Москва: МКМ, 2000. — 94 р. — ISBN 5-87317-072-X
3. Дубровин И.А. Лук и чеснок / И.А. Дубровин — М.: Научная книга. – 2009.- С. 45
4. Котов В. П. Чеснок/ В. П. Котов— Санкт-Петербург, Москва: Эксмо, 2003. — 61 р. — ISBN 5-699-02303-8
5. Павлов М.А. Растения – целители от всех болезней / М.А Павлов. – СПб.: Лениздат, 2005. – 128 с.
6. Ромашов М. А. Лечение чесноком / М. А. Ромашов. Вече, 2004. — 94 с.
7. Скорин В.В. Селекция на адаптивность овощных и пряно-вкусовых культур /В.В. Скорин. Монография.–Горки:БГСХА,2005.–203с.
8. Слепко Г.И. Биохимические особенности разных форм чеснока./ Г.И. Слепко // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья, № 12, 2000 .- С. 42- 44.

### References

1. Bolotskii A. S. Onion, Garlic/A. S. Bolotskii. - Kharkov: Folio-Plus, 2002. - 286 p. - ISBN 966-03-1366-7
2. Gurkin V. A. Chesnock/V. A. Gurkin, G. N. Dokucheva - Moscow: MCM, 2000. - 94 p. - ISBN 5-87317-072-X
3. Dubrovin I.A. Onions and Garlic/I.A. Dubrovin - M.: Scientific Book. - 2009.- p. 45
4. Kotov V. P. Garlic/V. P. Kotov - St. Petersburg, Moscow: Eksmo, 2003. - 61 p. - ISBN 5-699-02303-8
5. Pavlov M.A. Plants - healers from all diseases/M.A. Pavlov. - SPb.: Lenizdat, 2005. 128 p.
6. Romashov M. A. Garlic Treatment/M. A. Romashov.Veche, 2004. - 94 p.
7. Skorin V. V. Selection for adaptability of vegetable and spice-taste crops/V. V. Skorin. Monograph. - Slides: BGSNA, 2005.. - 203 p.
8. Slepko G.I. Biochemical features of various forms of garlic./G.I. Slepko//Storage and processing of agricultural raw materials., № 12, 2000.- С. 42- 44.

### Сведения об авторах

Сидельникова Наталья Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26, e-mail: 8861676@ gmail.com

Смирнова Виктория Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26, e-mail: [svic.belgorod@mail.ru](mailto:svic.belgorod@mail.ru)

### Information about authors

Sidelnikova Natalya Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26

Smirnova Victoria Viktorovna, candidate of agricultural sciences, associate professor of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: [svic.belgorod@mail.ru](mailto:svic.belgorod@mail.ru)

УДК 635.26: 631.563 (470.325)

*В.В. Смирнова, Н.А. Сидельникова*

## РЕЖИМ ХРАНЕНИЯ ЧЕСНОКА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** Обеспеченность населения овощной продукцией собственного производства не превышает 50-80 %, фруктами – 20-25 %. Причина этого – потери продукции на всех этапах ее продвижения к потребителю. Только при хранении потери достигают 35-40 %. Сокращение количественных и качественных потерь при хранении овощной продукции является одной из важнейших проблем. Решение этой проблемы возможно при использовании прогрессивных способов хранения овощей. Чеснок является ценной культурой, значение которой для здоровья человека трудно переоценить. Основную часть питательных веществ луковиц чеснока составляют углеводы, белок, витамины С, В, В, РР. Кроме этого, в состав чеснока входят фитостерины, гормональные вещества, минеральные соли, органические кислоты, фитонциды, пектиновые вещества, аллицин и др. В составе золы чеснока найдено 17 химических элементов: фосфор, йод, калий, кальций, цинк, медь, молибден, кобальт, титан, селен и другие. Обладая ценными лечебными свойствами, чеснок отличается пониженной устойчивостью к влагопотерям и микроорганизмам. Хранить чеснок можно используя разнообразные подходы для создания благоприятных условий. Даже хорошо просушенный чеснок во время хранения теряет воду в результате ее испарения, в процессе дыхания расщепляются питательные вещества. Чеснок в зависимости от технологической подготовки или степени просушенности подразделяют на: неподсушенный (свежий чеснок, имеющий остатки стебля зеленого цвета и сырую покровную чешую луковицы), полусухой (свежий чеснок, у которого стебель и покровная чешуя луковицы являются полусухими) и сухой (свежий чеснок, у которого стебель, покровная чешуя луковицы и чешуя каждого зубка являются сухими). Условия хранения чеснока продовольственного, предназначенного для хранения и переработки, а именно температурный и воздушный режим, относительная влажность воздуха (ОВВ) непосредственно влияют на степень потери массы. Сохранность зависит от сортовых особенностей и зрелости. Наибольшие потери отмечают во время содержания незрелого чеснока при повышенной температуре.

**Ключевые слова:** чеснок продовольственный, режим хранения, срок хранения, норма естественной убыли

### FOOD GARLIC STORAGE MODE IN THE BELGOROD REGION

**Abstract.** Provision of the population with vegetable production of own production does not exceed 50-80 %, fruit-20-25 %. The reason for this is the loss of products at all stages of its promotion to the consumer. Only during storage losses reach 35-40 %. Reduction of quantitative and qualitative losses during storage of vegetable products is one of the most important problems. The solution to this problem is possible by using progressive methods of storing vegetables. Garlic is a valuable crop, the importance of which for human health is difficult to overestimate. The main part of the nutrients of garlic bulbs are carbohydrates, protein, vitamins C, B, B, PP. In addition, the composition of garlic includes phytosterols, hormonal substances, mineral salts, organic acids, phytoncides, pectin, allicin, etc. in the composition of garlic ash found 17 chemical elements: phosphorus, iodine, potassium, calcium, zinc, copper, molybdenum, cobalt, titanium, selenium and others. Having valuable medicinal properties, garlic is characterized by reduced resistance to moisture loss and microorganisms. Garlic can be stored using a variety of approaches to create favorable conditions. Even well-dried garlic during storage loses water as a result of its evaporation, in the process of respiration, nutrients are broken down. Garlic, depending on the technological preparation or the degree of drying, is divided into : unsiccated (fresh garlic, which has the remains of a green stem and raw cover scales of the bulb), semi-dry (fresh garlic, in which the stem and cover scales of the bulb are semi-dry) and dry (fresh garlic, in which the stem, cover scales of the bulb and the scales of each tooth are dry). Storage conditions of food garlic intended for storage and processing, namely temperature and air conditions, relative humidity (RH) directly affect the degree of weight loss. Preservation depends on varietal characteristics and maturity. The greatest losses are noted during the content of unripe garlic at elevated temperatures.

**Keywords:** garlic food, storage mode, shelf life, the rate of natural loss

Важной составляющей конкурентоспособного агропромышленного комплекса является развитая плодоовощная отрасль. Однако в настоящее время обеспеченность населения овощной продукцией собственного производства не превышает 50-80 %, фруктами – 20-25 %.

Одна из причин такого положения – потери продукции на всех этапах ее продвижения к потребителю. Только при хранении потери достигают 35-40 %. Сокращение количественных и качественных потерь при хранении овощной продукции является одной из важнейших проблем. Решение этой проблемы возможно при использовании прогрессивных способов хранения овощей. Выбор чеснока в качестве объекта исследования обуславливается уникальностью этой целительной овощной культуры, значение которой для здоровья человека трудно переоценить. Основную часть питательных веществ луковиц чеснока составляют углеводы, белок,

витамины С, В, В, РР. Кроме этого, в состав чеснока входят фитостерины, гормональные вещества, минеральные соли, органические кислоты, фитонциды, пектиновые вещества, аллицин и др. В составе золы чеснока найдено 17 химических элементов: фосфор, йод, калий, кальций, цинк, медь, молибден, кобальт, титан, селен и другие [1,2].

Обладая ценными лечебными свойствами, чеснок отличается пониженной устойчивостью к влаготерям и микроорганизмам.

Цель работы – разработать и обосновать технологию хранения различных сортов чеснока. Исследования проведены в 2018-2019 гг.

Чеснок сортов Любаша и Комсомолец выращивали в Шебекинском районе Белгородской области на базе снабженческо-сбытового сельскохозяйственного потребительского кооператива «Сурковский чеснок» (СССПОК «Сурковский чеснок»).

Качество чеснока свежего продовольственного, заготавливаемого и поставляемого для хранения и переработки, должно соответствовать требованиям государственного стандарта, приведенным в таблице 1.

**Таблица 1- Требования к качеству чеснока продовольственного**

Наименование показателя	Характеристика и норма для товарного сорта		
	высшего	первого	второго
Внешний вид	Луковицы чеснока вызревшие, характерной для ботанического сорта формы и окраски, целые, чистые, здоровые, без излишней внешней влажности		
	Луковицы чеснока правильной формы, надлежащим образом очищены. У сухого чеснока корни должны быть подрезаны близко к основанию луковицы. Допускаются незначительные поверхностные дефекты, если они не влияют общий внешний вид, качество, сохранность и товарный вид продукта в упаковке	Достаточно правильной формы. Допускаются небольшие разрывы покровной чешуи луковицы, при условии, что они не влияют на общий внешний вид, качество, сохранность и товарный вид продукта в упаковке	Допускаются разрывы покровной чешуи луковиц или ее отсутствие, зарубцевавшиеся механические повреждения, небольшие следы побитости, луковицы неправильной формы, отсутствие не более трех зубков при условии, что чеснок сохраняет характерные признаки качества, сохраняемость и товарный вид
Состояние луковиц чеснока	Луковицы, чеснока твердые, способные выдерживать транспортирование, погрузку, разгрузку и доставку к месту назначения		
Запах и вкус	Свойственные данному ботаническому сорту, без постороннего запаха или привкуса		
Массовая доля луковиц чеснока с явными признаками прорастания, %, не более	Не допускается	1,0	5,0
Массовая доля земли, прилипшей к луковицам, % от массы, не более	0,5	0,7	1,0
Массовая доля луковиц с отпавшими зубками, %, не более	Не допускается	10,0	Не нормируется

Чеснок, полученный в СССПОК «Сурковский чеснок» по качеству был отнесен к первому товарному сорту. Луковицы чеснока были вполне вызревшими, цвет светло-фиолетовый и беловато-розовый с фиолетовыми прожилками, что соответствует ботаническим сортам, используемым в данных исследованиях. Форма луковиц правильная, покровные чешуи целые, доля проросших луковиц составила 0,5 %, земля, прилипшая к луковицам, не была обнаружена, массовая доля луковиц с отпавшими зубками была незначительна и составила 1,0 %.

Хранить чеснок можно используя разнообразные подходы для создания благоприятных условий.



Даже хорошо просушенный чеснок во время хранения теряет воду в результате ее испарения, в процессе дыхания расщепляются питательные вещества. Чеснок в зависимости от технологической подготовки или степени просушенности подразделяют на неподсушенный (свежий чеснок, имеющий остатки стебля зеленого цвета и сырую покровную чешую луковицы), полусухой (свежий чеснок, у которого стебель и покровная чешуя луковицы являются полусухими) и сухой (свежий чеснок, у которого стебель, покровная чешуя луковицы и чешуя каждого зубка являются сухими) [3]. Условия хранения чеснока, а именно температурный и воздушный режим, относительная влажность воздуха (ОВВ) непосредственно влияют на степень потери массы. Сохранность зависит от сортовых особенностей и зрелости.

Завершение роста луковиц, пожелтение листовых пластинок, потеря плотности шейки головки служат сигналом о необходимости сбора чеснока. Важно, чтобы покровные чешуйки были сухими и имели соответствующий цвет. Для сбора урожая выбирают день без осадков. Не каждый сорт может храниться долго. Для хранения отбирают чистые, сухие, не имеющие механических повреждений луковицы. Чеснок обрезают и отшелушивают. Проросшие, зараженные болезнями или вредителями экземпляры удаляют. Головки калибруются по размеру, в соответствии с требованиями ГОСТ, приведенными в таблице 2.

**Таблица 2 - Требования к калибровке чеснока**

Наименование показателя	Характеристика и норма для товарного сорта		
	высшего	первого	второго
Размер луковиц чеснока по наибольшему поперечному диаметру, мм, не менее	40,0	30,0	30,0

Собранный на поле чеснок просушивается на поле, дальнейшая сушка проводится в хранилище. Продукцию выдерживают около 10 суток в помещении при температуре 20-30 градусов. Для сушки при температуре 35-40 градусов будет достаточно 12 часов.

Для выбора оптимального режима хранения луковиц чеснока необходимо учитывать влияние температуры и влажности [4]. Данные о влагопотере различных сортов чеснока приведены в таблице 3.

**Таблица 3 - Влагопотери различных сортов чеснока при хранении от 0 до 4 мес., %**

Сорт	Срок хранения, сут.						
	0	20	40	60	80	100	120
Температура хранения 18-20 °С							
Комсомолец	60,0	45,0	36,0	32,0	24,0	21,0	18,0
Любаша	67,6	60,5	58,4	57,0	56,2	56,0	45,0
Температура хранения -1-3 °С							
Комсомолец	60,0	48,0	45,0	40,0	41,0	38,0	31,3
Любаша	67,6	52,0	50,8	55,5	51,0	50,0	55,5

При температуре хранения 18-20 °С влагопотеря сортов чеснока Любаша и Комсомолец была различной. Сорт чеснока Комсомолец в период хранения до 4 месяцев теряет 42,0 % влаги, а сорт Любаша является более влагостойким, так как за этот же период хранения теряет 22,6 %.

Более низкая температура хранения от 0 до 2°С, способствует значительному снижению влагопотери сортов чеснока. За такой же период хранения сорт чеснока Комсомолец потерял 28,7% влаги, а сорт Любаша показал меньшую влагопотерю 13,6 %.

Изменение нормы естественной убыли, а также порча чеснока сортов Любаша и Комсомолец в зависимости от температуры хранения и относительной влажности воздуха приведены в таблице 4.

**Таблица 4 - Изменение естественной убыли чеснока при хранении**

Сорт	Относительная влажность воздуха, %	
	60-70	80-90
Естественная убыль, %		
Комсомолец	4,0	1,6
Любаша	6,0	1,2
Порча, %		
Комсомолец	20,0	8,0
Любаша	12,0	2,0

При хранении чеснока в условиях пониженной влажности (60-70 %), луковицы чеснока значительно теряли в весе, но меньше поражались болезнями и вредителями. Также в результате хранения при влажности воздуха 60-70 %, наблюдалась незначительная усушка зубков. При относительной влажности воздуха 80-90 % луковицы чеснока теряли в весе на 1,2-1,6 %, меньше подвергались порче (поражались болезнями и вредителями).

Хранение чеснока в зимний период для продовольственных целей эффективно осуществляется при отрицательных температурах. Основные потери происходят в результате дыхания и усыхания. Продукция может храниться более двенадцати месяцев с минимальными потерями веса, до 2%.

#### Библиография

1. Гореньков Э.С. Технология консервирования растительного сырья / Э.С. Гореньков, А.Н. Горенькова, О.И. Кутина, Т.В. Шленская. - Учебник для ВУЗов. - С.-Пб.: ГИОРД, 2014г. - 440 с.
2. Сидельникова Н.А. Хранение и переработка чеснока / Н.А. Сидельникова, А.А. Рядинская, В.В. Смирнова // Белгородский агромир. - 2019. - №1(117). - С.-26-31
3. Егорова Е.Ю. Плодоовощная продукция. Оценка качества, технология хранения и переработки / Е.Ю. Егорова, М.В. Обрезкова М.В. Бийск: Изд-во АлтГТУ, 2014. — 105 с.
4. Наумова Г.М. Совершенствование технологии хранения луковиц чеснока с применением защитных покрытий: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. сельскохоз. наук (05.18.01) / Наумова Галина Михайловна. - Краснодар, 2004. - 26с.

#### References

1. Gorenkov E. S. Technology of preservation of plant raw materials / E. S. Gorenkov, A. N. Gorenkova, O. I. Kutina, T. V. Shlenskaya. - Textbook for Universities. - S.-Pb.: GIORD, 2014-440 p.
2. Sidelnikova N. A. Storage and processing of garlic / N. A. Sidelnikova, A. A. Ryadinskaya, V. V. Smirnova // Belgorod Agromir. - 2019. - No. 1(117). - S.-26-31
3. Egorova E. Yu. fruit and Vegetable production. Quality assessment, technology of storage and processing / E. Yu. Egorova, M. V. Obrezkova M. V. Biysk: publishing house AltSTU, 2014. - 105 p.
4. Naumova G. M. Improving the technology of storage of garlic bulbs with the use of protective coatings: abstract. Diss. on competition of a scientific degree. scientist. tap dance. Cand. farm. Sciences (05.18.01) / Naumova Galina Mikhailovna. - Krasnodar, 2004. 26С.

#### Сведения об авторах

Смирнова Виктория Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +74722 39-14-26, e-mail: [svic.belgorod@mail.ru](mailto:svic.belgorod@mail.ru)

Сидельникова Наталья Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел. +74722 39-14-26

#### Information about authors

Smirnova Victoria Viktorovna, candidate of agricultural sciences, associate professor of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: [svic.belgorod@mail.ru](mailto:svic.belgorod@mail.ru)

Sidelnikova Natalya Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26.

УДК 631.874.3+631.452

*С.И. Смуров, О.В. Григоров, С.С. Кульков*

## ДИНАМИКА ГУМУСА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЖНИВНОЙ СИДЕРАЦИИ В ЗЕРНОВОМ И СИДЕРАЛЬНОМ СЕВООБОРОТАХ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА ЦЧР

**Аннотация.** В многолетнем опыте изучалась динамика гумуса в слое почвы 0-40 см в зависимости от применения пожнивной сидерации, минерального удобрения, а также их сочетания в двух видах севооборотов. В опыте отслеживались изменения почвенных показателей в трех турах агрохимических обследований, первый из них был перед закладкой опыта, а следующие через 9 и 13 лет после его начала. В период между первым и вторым обследованием почвы использовался четырехпольный зерновой севооборот с зернобобовыми предшественниками озимой пшеницы. Затем он был заменен на севооборот с сидеральным паром в качестве предшественника озимой пшеницы. Этот севооборот применялся в период между вторым и третьим обследованием почвы. Перед закладкой опыта содержание гумуса в слое почвы 0-20 см составляло 4,8 %. Во время второго обследования почвы содержание гумуса в слое 0-20 см в зависимости от варианта опыта находилось в пределах от 4,4 % до 4,6 %. Данные третьего тура агрохимического обследования почвы показали, что количество гумуса теперь колебалось от 4,7 % до 4,9 %. По расчетным данным среднегодовые потери гумуса в ЦЧР за счет минерализации составляют 1,0-1,1 т/га под сидеральным севооборотом, и 1,2-1,3 т/га под зерновым севооборотом. По опытным данным среднегодовой баланс гумуса в зависимости от системы удобрений в зерновом севообороте был от -0,1 т/га до 0,3 т/га, а в сидеральном от 0,9 до 1,4 т/га в год. За все время ведения опыта самый высокий среднегодовой баланс гумуса был по варианту с комбинированной минерально-сидеральной системой удобрений, где его величина превысила показатель контроля на 0,5 т/га. При внесении только минеральных удобрений или использовании только пожнивного сидерата, баланс гумуса на 0,3 т/га превышал контрольный вариант.

**Ключевые слова:** сидерат, пожнивный сидерат, сидеральный пар, гумус, баланс гумуса, плодородие почвы, удобрение, биологизация, биологизированный севооборот.

## DYNAMICS OF HUMUS IN THE USE OF STUBBLE GREEN MANURING AND GREEN MANURE IN GRAIN CROP ROTATIONS IN CONDITIONS OF THE SOUTH-WEST OF CENTRAL BLACK EARTH REGION

**Abstract.** The dynamics of humus in the soil layer of 0-40 cm depending from the use of green manuring crop, mineral fertilizer, as well as their combination in two types of crop rotations was studied in the long-term experience. The experiment tracked changes in soil parameters in three rounds of agrochemical surveys, the first of them was before the laying of the experiment, and the next 9 and 13 years after its beginning. In the period between the first and second soil survey, a four-field grain crop rotation with leguminous precursors of winter wheat was used. It was then replaced by a crop rotation with green manure fallow as a precursor to winter wheat. This rotation was applied in the period between the second and third soil survey. Before laying the experiment, the humus content in the soil layer 0-20 cm was 4.8 %. During the second soil survey, the humus content in the 0-20 cm layer, depending on the variant of the experiment, was in the range from 4.4% to 4.6 %. Data from the third round of the agrochemical soil survey showed that the amount of humus now ranged from 4.7 % to 4.9 %. According to the calculated data, the average annual loss of humus in the CDR due to mineralization is 1.0-1.1 t/ha under green manure crop rotation, and 1.2-1.3 t/ha under the grain crop rotation. According to experimental data, the average annual balance of humus depending on the fertilizer system in the grain crop rotation was from -0.1 t/ha to 0.3 t/ha, and in the green manure crop rotation from 0.9 to 1.4 t/ha per year. For all the time of conducting the experiment, the highest average annual balance of humus was in the variant with the combined mineral with green manure fertilizer system, where its value exceeded the control indicator by 0.5 t/ha. When applying only mineral fertilizers or using only green manure, the humus balance was 0.3 t/ha higher than the control variant.

**Keywords:** green manure, green manure crop, green manure couples, humus, humus balance, soil fertility, fertilizer, biological, biologically rotation.

**Введение.** Одной из основных задач в земледелии считается сохранение плодородия почвы под пашней. Биологизация земледелия направлена на пополнение органического вещества почвы и биогенных элементов, а также мобилизацию элементов питания из почвенно-поглощающих комплексов и труднорастворимых соединений. Поставленную задачу, возможно, решить только комплексным методом, который должен включать, но не ограничиваться оставлением в поле нетоварных остатков урожая, использованием пожнивных и промежуточных сидеральных культур, занятых, а также сидеральных паров вместо чистого пара, увеличением в севообороте доли азотфиксирующих культур, использованием безотвальных обработок почвы. Кроме вышеперечисленного, это и использование альтернативных приемов

в технологии растениеводства, как, например, замещение или дополнение химических средств защиты растений биологическими, и целенаправленное управление процессами роста и развития растений с помощью регуляторов роста и других средств [3, 8].

В большинстве опубликованных работ, где изучалось действие сидератов на плодородие почв, авторы чаще описывают её агрофизические свойства и содержание в ней гумуса, и мало уделяют внимания остальным агрохимическим показателям таким как подвижные макро- и микроэлементы, а также кислотность и буферность почвенно-поглощающего комплекса [1, 7, 12]. Тем не менее, в некоторых работах по исследованию сидератов изучались также и упомянутые показатели [4, 5, 11].

По данным длительного опыта, проведенного в Воронежской области, среднегодовая величина потерь гумуса в условиях ЦЧЗ составляет 0,9-1,1 т/га под зерновыми, и 1,8-2,6 т/га под пропашными культурами. Ведение зернопаропропашного севооборота с сидеральным паром, с внесением 40 т/га навоза и применением пожнивной сидерации позволило получить за 6 ротаций 0,20 % прибавки гумуса. При этом внесение без навоза минеральных удобрений в дозе  $N_{100}P_{100}K_{100}$  в сочетании с пожнивным сидератом и запашкой 5 т/га соломы в том же севообороте обеспечило за 6 ротаций 0,24 % прибавки гумуса в пахотном слое. На контрольном варианте без удобрений в севообороте с сидеральным паром за это время содержание гумуса повысилось на 0,09 %, в то время как по занятому пару снизилось на 0,70 % [6].

Согласно данным мониторинга ФГБУ «ЦАС Белгородский», в Белгородской области благодаря программе биологизации земледелия уровень внесения органических удобрений повысился с 2,59 т/га в 2010 году до 7,60 т/га в 2015 году. Основную массу органических удобрений в области составляют отходы животноводства, а «зеленые» удобрения представлены, еще мало [9]. Тем не менее, площадь пашни под сидератами в области постоянно возрастает. Так в период 2011-2014 гг. она увеличилась с 19 тыс. га до 284 тыс. га. [13]. Плодородие почвы в хозяйствах области, в которых выполняется программа биологизации, растет, при этом выделить в общих данных эффективность сидератов среди всех остальных используемых приемов биологизации очень тяжело.

При этом продолжительность периода обновления подвижных гумусовых веществ на черноземах составляет 180 ( $\pm 14$ ) лет, общего гумуса 450 ( $\pm 20$ ) лет, инертного гумуса 490 ( $\pm 20$ ) лет [2]. Таким образом, достоверно отследить соответствие расчетного и фактического влияния сидерации на содержание гумусовых веществ в почве представляется возможным только в длительном исследовании.

Известно, что одним из основных факторов сохранения плодородия почвы под пашней является пополнение органического вещества в ней в количестве, превышающем его расход при возделывании культур. Наиболее простыми и экономически выгодными способами решения этой задачи являются такие как, оставление в поле нетоварных остатков урожая, использование пожнивных и промежуточных сидеральных культур, а также сидеральных паров.

Изучение эффективности данных приемов с целью сохранения почвенного плодородия проводилось на базе стационарного полевого опыта лаборатории по изучению систем земледелия Белгородского ГАУ.

**Объекты и методы.** Исследования велись на черноземе типичном тяжелосуглинстом, перед закладкой опыта в 2004 году в слое 0-20 см было 166-193 мг/кг подвижного фосфора (высокая обеспеченность), 135-145 мг/кг обменного калия (высокая обеспеченность), 152-158 мг/кг легкогидролизуемого азота (повышенная обеспеченность). Последующие агрохимические обследования почвы опытного участка проводились в 2013 и 2017 годах. Почвенные образцы во все годы обследования анализировались в аккредитованной лаборатории ФГБУ «ЦАС «Белгородский».

Системы удобрений в опыте были следующие:

1. Без удобрений (контроль);
2. Минеральные удобрения под все культуры в дозе  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ;
3. Пожнивный сидерат после зерновых колосовых;

4. Минеральные удобрения под все культуры в дозе  $N_{30}P_{30}K_{30}$  и пожнивный сидерат после зерновых колосовых.

С 2006 года по 2011 год чередование культур в севообороте было следующим: зерно-бобовая культура (горох, бобы) – озимая пшеница – соя – яровая пшеница, а с 2012 год по 2016 год сидеральный пар – озимая пшеница – соя – яровая пшеница.

Минеральное удобрение под культуру сидерального пара, сою и яровую пшеницу вносилось за два раза под зяблевую обработку и при посеве, а под озимую пшеницу и пожнивный сидерат только при посеве. Уборка всех культур проводилась селекционным комбайном «САМПО 2010» с измельчением и разбрасыванием соломы по полю.

Пересчет на сухое вещество зеленой массы сидерата производился согласно данным химического анализа растений. Масса соломы и пожнивно-корневых остатков всех культур севооборота рассчитывалась на основе данных сноповых образцов по вариантам опыта.

Пересчет соломы и пожнивно-корневых остатков, а также данных урожайности сухой массы сидератов в органическое вещество производился с коэффициентом 0,8, а внесенного органического вещества в гумус с коэффициентом гумификации 0,2. Расходная статья баланса гумуса рассчитывалась с коэффициентом минерализации гумуса под зерновыми  $k_{мин}=0,008$  и зернобобовыми  $k_{мин}=0,007$ . Минерализация гумуса под сидеральным паром рассчитывалась с коэффициентом  $k_{мин}=0,006$ . [14]

Полученные данные пересчитывались в среднем на гектар севооборотной площади.

**Результаты исследований и их обсуждение.** По данным ежегодного анализа сноповых образцов культур севооборота и учета урожайности зеленой массы сидерата рассчитывалось поступление в почву органических остатков (табл. 1 и 2).

**Таблица 1 - Приход растительной массы в слой почвы 0-20 см в зависимости от системы удобрений в зерновом севообороте, т/га**

Варианты опыта	Виды растительных остатков	Годы						Средняя	За 2006-2011 гг.
		2006	2007	2008	2009	2010	2011		
Контроль (без удобр.)	сол. <sup>1</sup>	3,5	3,8	4,4	4,3	2,5	3,4	3,7	21,9
	п.к.о. <sup>2</sup>	2,9	3,2	3,7	4,1	2,7	3,5	3,4	20,1
	сид. <sup>3</sup>	–	–	–	–	–	–	–	0,0
	Всего	6,4	7,0	8,1	8,4	5,2	6,9	7,1	42,0
$N_{30}P_{30}K_{30}$	сол.	3,4	4,2	4,9	4,5	3,8	4,2	4,2	25,0
	п.к.о.	3,4	3,7	4,1	4,4	2,9	3,9	3,7	22,4
	сид.	–	–	–	–	–	–	–	0,0
	Всего	6,8	7,9	9,0	8,9	6,7	8,1	7,9	47,4
Сидерат	сол.	3,6	3,8	4,4	4,1	2,3	3,4	3,6	21,6
	п.к.о.	3,1	3,3	3,8	3,9	2,5	2,6	3,2	19,2
	сид.	1,4	1,4	0,4	1,5	1,5	0,6	1,1	6,8
	Всего	8,1	8,5	8,6	9,5	6,3	6,6	7,9	47,6
$N_{30}P_{30}K_{30}$ + Сидерат	сол.	3,9	4,1	4,7	4,5	2,6	3,9	4,0	23,7
	п.к.о.	3,3	3,7	4,1	4,2	2,9	3,1	3,6	21,3
	сид.	1,8	1,9	0,7	1,9	1,9	0,9	1,5	9,1
	Всего	9,0	9,7	9,5	10,6	7,4	7,9	9,1	54,1

1 – солома; 2 – пожнивно-корневые остатки; 3 – сухая масса сидерата

В среднем ежегодно в зерновом севообороте в период 2006-2011 гг. на контрольном варианте в почву поступало 3,7 т/га соломы и 3,4 т/га пожнивно-корневых остатков зерновых и зернобобовых культур. Применение полного минерального удобрения по 30 кг/га д.в. азота, фосфора и калия увеличивало урожайность культур севооборота по отношению к контролю. При этом также возрастало и количество вносимой в почву соломы и пожнивных остатков соответственно на 0,5 т/га и на 0,3 т/га. По варианту с пожнивным сидератом средний приход

соломы от зерновых культур в этот период был на 0,1 т/га ниже, а пожнивно-корневых остатков на 0,2 т/га меньше, чем на контроле. Но при этом за счет зеленой массы пожнивного сидерата почва получала дополнительно 1,1 т/га сухих растительных остатков. Таким образом, общий приход органического вещества по севообороту был такой же, как и по варианту с минеральными удобрениями. Использование системы с внесением минерального удобрения под все культуры и посевом пожнивного сидерата давало меньше соломы и пожнивно-корневых остатков основных культур севооборота, чем при применении только одних минеральных удобрений. При этом соломы было меньше на 0,2 т/га, а пожнивно-корневых остатков на 0,1 т/га, чем по минеральной системе удобрений. Тем не менее, общий приход органического вещества здесь составлял 9,1 т/га, что превышало показатели остальных вариантов опыта.

**Таблица 2 - Приход растительной массы в слой почвы 0-20 см в зависимости от системы удобрений в сидеральном севообороте, т/га**

Варианты опыта	Виды растительных остатков	Годы					Средняя	За 2012-2016 гг.
		2012	2013	2014	2015	2016		
Контроль (без удобр.)	сол. <sup>1</sup>	4,0	3,2	4,7	5,0	3,6	4,1	20,5
	п.к.о. <sup>2</sup>	4,4	3,0	4,4	5,7	4,0	4,3	21,5
	сид. <sup>3</sup>	3,5	4,0	4,9	0,0	4,2	4,2	16,6
	Всего	11,9	10,2	14,0	10,7	11,8	12,6	58,6
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	сол.	3,8	3,7	4,4	4,7	4,2	4,2	20,8
	п.к.о.	4,4	3,2	4,5	5,8	4,6	4,5	22,5
	сид.	4,1	4,8	5,3	0,0	7,2	5,4	21,4
	Всего	12,3	11,7	14,2	10,5	16	14,1	64,7
Сидерат	сол.	3,1	3,1	4,6	5,1	3,5	3,9	19,4
	п.к.о.	4,3	2,9	4,3	5,7	3,9	4,2	21,1
	сид.	4,6	10,2	3,4	1,5	4,1	4,8	23,8
	Всего	12,0	16,2	12,3	12,3	11,5	12,9	64,3
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Сидерат	сол.	3,1	3,3	4,7	5,3	3,8	4,0	20,2
	п.к.о.	4,2	3,1	4,4	5,7	4,4	4,4	21,8
	сид.	5,7	10,1	3,9	1,9	6,4	5,6	28,0
	Всего	13,0	16,5	13,0	12,9	14,6	14,0	70,0

1 – солома; 2 – пожнивно-корневые остатки; 3 – сухая масса сидерата

Введение в 2012 году в севооборот сидерального пара вместо зернобобовых предшественников озимой пшеницы увеличило поступление растительной органики в почву. Так, без удобрений общая масса растительных остатков в среднем за год составила 12,6 т/га. Применение минеральной системы удобрений увеличило количество поступающей растительной органики в почву, на 1,5 т/га по сравнению с контролем. Частично это произошло за счет увеличения массы соломы и пожнивно-корневых остатков зерновых культур, соответственно на 0,1 т/га и 0,2 т/га. Основная же прибавка была получена за счет сидерального пара, урожайность которого при использовании минерального удобрения в дозе 30 кг/га д.в. была выше, чем на контроле, и это дало дополнительно 1,2 т/га сухого растительного вещества. Сидеральная система удобрения после введения сидерального пара в севооборот стала уступать по приходу растительной массы на 1,2 т/га минеральной, и незначительно, на 0,3 т/га, превышать контроль. Сидерально-минеральная система удобрений отдавала почве почти столько же органики, сколько минеральная система, 14,0 т/га. После введения сидерального пара общее количество поступающей в почву растительной массы, включающей солому, пожнивно-корневые остатки от зерновых культур и сидерат выросло в 1,5-1,8 раз относительно зернового севооборота.

Таким образом, поступление органического вещества в почву в зависимости от используемой системы удобрений в опыте в среднем за период 2006-2011 гг. было на уровне от 5,6

т/га на контроле до 7,2 т/га на варианте с сидерально-минеральной системой удобрений (табл. 3 и 4). При этом варианты только с сидеральным или минеральным удобрением показали почти одинаковый уровень прихода органического вещества в почву 6,3-6,4 т/га. В случае с минеральной системой удобрения рост поступления органического вещества по сравнению с контролем был обеспечен за счет соломы и пожнивных остатков, а с сидеральной за счет пожнивного сидерата.

**Таблица 3 - Приход органического вещества в слой почвы 0-20 см в зависимости от системы удобрений в зерновом севообороте, т/га**

Варианты опыта	Годы						Средняя	За 2006-2011 гг.
	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
Контроль	5,1	5,6	6,5	6,7	4,2	5,5	5,6	33,6
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	5,4	6,3	7,2	7,1	5,4	6,5	6,3	37,9
Сидерат	6,5	6,8	6,9	7,6	5,0	5,3	6,4	38,1
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Сидерат	7,2	7,8	7,6	8,5	5,9	6,3	7,2	43,3

**Таблица 4 - Приход органического вещества в слой почвы 0-20 см в зависимости от системы удобрений в сидеральном севообороте, т/га**

Вариант опыта	Годы					Средняя	За 2012-2016 гг.
	2012	2013	2014	2015	2016		
Контроль	9,5	8,2	11,2	8,6	9,4	9,4	46,9
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	9,8	9,4	11,4	8,4	12,8	10,4	51,8
Сидерат	9,6	13,0	9,8	9,8	9,2	10,3	51,4
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Сидерат	10,4	13,2	10,4	10,3	11,7	11,2	56,0

После замены в 2012 году зернобобовых предшественников озимой пшеницы на сидеральный пар средние значения прихода органического вещества возросли до 9,4-11,2 т/га. Меньше всего органического вещества в почву поступило по варианту без удобрений. Использование минерального удобрения позволило повысить его приход на 1,0 т/га по сравнению с контролем, а с одним только пожнивным сидератом на 0,9 т/га. Использование минерального удобрения под все культуры севооборота и пожнивного сидерата после колосовых культур увеличило количество вносимой в почву растительной органики до 11,2 т/га, добавив еще 0,9 т/га по сравнению с не удобренным пожнивным сидератом или 0,8 т/га относительно варианта с одними минеральными удобрениями.

Согласно приведенным в литературе рекомендациям по расчету баланса гумуса [14], были рассчитаны приходная и расходная его статьи (табл. 5-8).

**Таблица 5 - Приходная статья баланса гумуса в слое почвы 0-20 см в зависимости от системы удобрений в зерновом севообороте, т/га**

Варианты опыта	Годы						Среднее	За 2006-2011 гг.
	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
Контроль	1,0	1,1	1,3	1,3	0,8	1,1	1,1	6,6
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1,1	1,3	1,4	1,4	1,1	1,3	1,3	7,6
Сидерат	1,4	1,4	1,4	1,6	1,1	1,1	1,3	8,0
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Сидерат	1,5	1,6	1,5	1,8	1,3	1,3	1,5	9,0

В зерновом севообороте средняя величина гумусообразования, по расчетным данным, в среднем за год составляла от 1,1 т/га на контроле до 1,5 т/га на варианте с минерально-сидеральной системой удобрений. Замена в качестве предшественника озимой пшеницы зернобобовых культур сидеральным паром увеличило гумусообразование в пересчете на единицу площади севооборота до 2,0-2,4 т/га, что было больше по всем системам удобрений практически на одну тонну.

**Таблица 6 - Приходная статья баланса гумуса в слое почвы 0-20 см в зависимости от системы удобрений в сидеральном севообороте, т/га**

Варианты опыта	Годы					Среднее	За 2012-2016 гг.
	2012	2013	2014	2015	2016		
Контроль	2,0	1,8	2,4	1,7	2,1	2,0	10,0
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	2,1	2,1	2,5	1,7	2,8	2,2	11,2
Сидерат	2,1	3,0	2,1	2,0	2,0	2,2	11,2
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Сидерат	2,3	3,0	2,2	2,1	2,6	2,4	12,2

Данные по расходу гумуса при различных севооборотах приведены в таблицах 7 и 8. Как показывают полученные результаты, в зерновом севообороте в среднем по годам потеря гумуса по системам удобрений была практически одинаковой и составляла 1,2-1,3 т/га, а наибольшей она была на контроле. В сидеральном севообороте закономерность несколько изменилась, утрата гумуса по системам удобрений так же была равной 1,0-1,1 т/га, а вот наименьшей она была на варианте с минерально-сидеральной системой удобрений. При этом средняя потеря гумуса в зерновом севообороте была на 0,1-0,2 т/га выше, чем в сидеральном не зависимо от применяемых систем удобрений.

**Таблица 7 - Расходная статья баланса гумуса в слое почвы 0-20 см в зависимости от системы удобрений в зерновом севообороте, т/га**

Варианты опыта	Годы						Среднее	За 2006-2011 гг.
	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
Контроль	1,3	1,2	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3	7,5
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,3	1,2	7,2
Сидерат	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	7,2
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Сидерат	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2	7,2

**Таблица 8 - Расходная статья баланса гумуса в слое почвы 0-20 см в зависимости от системы удобрений в сидеральном севообороте, т/га**

Варианты опыта	Годы					Среднее	За 2012-2016 гг.
	2012	2013	2014	2015	2016		
Контроль	1,0	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1	5,3
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	5,4
Сидерат	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	5,4
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Сидерат	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,0

Таким образом, при ведении зернового севооборота без использования удобрений баланс гумуса был преимущественно и в целом отрицательным (табл. 9). Так по годам потери гумуса составляли от 0,1 т/га до 0,4 т/га и в среднем величина баланса на контрольном варианте опыта за 2006-2011 гг. была отрицательной, и составила минус 0,2 т/га. Внесение минеральных удобрений, заделка пожнивного сидерата и комбинированное использование этих удобрений способствовало увеличению прихода гумуса и смещению его баланса в положительную сторону. При этом наибольший положительный баланс гумуса за этот период был по минерально-сидеральной системе удобрений. Согласно литературным источникам, такая степень трансформации органического вещества оценивается как преобладание гумификации над минерализацией его в почве [14, стр. 69]. Изменение севооборота на сидеральный в 2012 году с заменой зернобобовых предшественников на сидеральный пар значительно увеличило приход органического вещества в почву и новообразование гумуса (табл. 10).



**Таблица 9 - Баланс гумуса в слое почвы 0-20 см в зависимости от системы удобрений в зерновом севообороте, т/га**

Вариант опыта	Годы						Среднее	За 2006-2011 гг.
	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
Контроль	-0,3	-0,1	0,1	0,0	-0,4	-0,2	-0,2	-0,9
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	-0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	0,4
Сидерат	0,1	0,2	0,2	0,4	0,0	-0,1	0,1	0,8
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Сидерат	0,2	0,4	0,3	0,6	0,2	0,1	0,3	1,8

**Таблица 10 - Баланс гумуса в слое почвы 0-20 см в зависимости от системы удобрений в сидеральном севообороте, т/га**

Вариант опыта	Годы					Среднее	За 2012-2016 гг.
	2012	2013	2014	2015	2016		
Контроль	1,0	0,7	1,3	0,7	1,0	0,9	4,7
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	1,1	1,0	1,4	0,6	1,7	1,2	5,8
Сидерат	1,1	1,9	1,0	0,9	0,9	1,2	5,8
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Сидерат	1,3	2,0	1,2	1,1	1,6	1,4	7,2

За 2012-2016 гг. среднегодовая величина гумификации органического вещества по всем вариантам опыта возросла. Тенденции, отмеченные в зерновом севообороте по вариантам опыта, сохранились и в сидеральном. Так, наименьшее среднее значение гумусообразования было на контрольном варианте, где не использовались удобрения, хотя за счет сидерального пара оно увеличилось на 1,1 т/га относительно предыдущего севооборота.

Внесение минерального удобрения обеспечивало такой же баланс гумуса, как и применение пожнивного сидерата, и он равнялся в среднем 1,2 т/га в год. На варианте с минеральным удобрением такой уровень положительного баланса гумуса был достигнут за счет увеличения урожайности культур по сравнению с контролем, которому сопутствовал более высокий приход органического вещества в почву в виде соломы и поживно-корневых остатков. Урожайность культур по варианту с сидератом была почти во все годы на одном уровне с контролем без статистически значимой ее прибавки или снижения. Поэтому увеличенный приход органического вещества здесь был получен благодаря пожнивному сидерату.

Посев пожнивного сидерата на фоне внесения минерального удобрения под все культуры севооборота увеличивало урожай его зеленой массы, что в среднем за 5 лет позволило получить наибольшую в опыте величину прихода органического вещества, а следовательно и гумусообразования, которые дали самый высокий в опыте положительный баланс гумуса на уровне 1,4 т/га в год.

Таким образом, полученные данные говорят о том, что направленность и степень трансформации органического вещества в почве по изучаемым системам удобрений различна. По вариантам с сидератом, с минеральным удобрением и без внесения удобрений происходит, согласно установленным оценкам, активная гумификация, а при совместном использовании минерального и пожнивного сидерального удобрения идет очень активная гумификация [10].

В целом по системам удобрений, за 2006-2016 годы проведения опыта количество сохранившегося гумуса от общего объема новообразованного по варианту без удобрений составило 3,8 т/га, причем практически целиком это была заслуга сидерального севооборота. За 11-летний период вариант с минеральным удобрением оставил приблизительно 6,2 т/га гумуса, а вариант с пожновым сидератом на 0,4 т/га больше. Самый высокий положительный баланс гумуса был по смешанной минерально-сидеральной системе удобрений. Здесь он составил 9,0 т/га, что более чем в два раза превысило контрольный вариант, где удобрения не вносились.

Анализ данных динамики агрохимических показателей в опыте показывает, что имела тенденция к снижению содержания гумуса к 2013 году по отношению к данным обследования, проведенного перед закладкой опыта в 2004 году, а затем к возрастанию его по данным

обследования 2017 года (табл. 11). Косвенно снижение в зерновом, а затем возрастание в сидеральном севообороте количества органического вещества почвы подтверждает и баланс гумуса за эти годы.

**Таблица 11 - Динамика содержания гумуса в почве в зависимости от системы удобрений по данным агрохимических обследований «ЦАС «Белгородский»**

Анализируемый показатель, единицы измерения и метод определения	Слой почвы, см	Перед закладкой опыта	Вариант опыта							
			Без удобрений		NPK		Сидерат		N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Сидерат	
			2013	2017	2013	2017	2013	2017	2013	2017
Гумус, % (ГОСТ 26213-91)	0-20	4,8	4,5	4,8	4,4	4,7	4,6	4,9	4,4	4,8
	20-40	4,7	4,3	4,4	4,4	4,5	4,3	4,6	4,3	4,6

Расчетные запасы гумуса при его содержании в почве опыта 4,4-4,9 % в слое 0- 20 см составят 97-108 т/га [10]. Из полученных данных можно заключить, что прибавка запасов гумуса за 11-летний период оценивается в пределах от 0,2 % до 0,4 % соответственно варианту без внесения удобрений и минерально-сидеральной системе внесения удобрений.

**Выводы.** Таким образом, сохранение плодородия почвы под пашней в принципе возможно при соблюдении севооборота и только за счет оставления в поле нетоварных остатков урожая, но для воспроизводства гумуса необходимо дополнительное поступление органического вещества в почву источником которого может служить применение минеральных удобрений и использование пожнивных сидератов, а также сидерального пара.

#### Библиография

1. Аюпов, З. З. Влияние элементов биологизации земледелия на динамику лабильных гумусовых веществ, урожайность и качество зерна озимой пшеницы // З. З. Аюпов [и др.] // Вестник ОГУ. – 2009. – № 6. – С. 537-539.
2. Багаутдинов, Ф. Я. Обновление компонентов серой лесной почвы и чернозема типичного при длительной гумификации меченых по углероду растительных остатков / Ф. Я. Багаутдинов // Почвоведение. – 1994, № 2. – С. 50-56.
3. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России / В. А. Семькин, Н. И. Картамышев, В. Ф. Мальцев [и др.]; под ред. Н. И. Картамышева. – М.: КолосС, 2012. – 472 с.
4. Воронкова, Н. А. Влияние длительного применения удобрений в зернотравяном севообороте на агрохимические свойства чернозема выщелоченного и урожайность сельскохозяйственных культур / Н. А. Воронкова, Н. Ф. Балабанова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 5. – С. 30-32
5. Галеева, Л. П. Влияние сидератов на плодородие черноземов выщелоченных новосибирского Приобья / Л. П. Галеева // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 1. – С. 21-23.
6. Дедов, А. В. Приемы биологизации и воспроизводство плодородия черноземов / А. В. Дедов, М. А. Несмеянова, Н. Н. Хрюкин // Земледелие. – 2012. – № 6. – С. 4-7.
7. Кираев, Р. С. Регулирование плодородия лесостепных черноземов в системах земледелия Южного Урала: автореферат дисс. ... д-ра сельскохозяйственных наук: 06.01.01 / ВНИИ удобрений и агропочвоведения имени Д. Н. Прянишникова. – М., 2001. – 46 с.
8. Кирюшин, В. И. Проблема экологизации земледелия в России (Белгородская модель) / В. И. Кирюшин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 3-9.
9. Лукин, С. В. Биологизация земледелия в Белгородской области: итоги и перспективы / С. В. Лукин // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 7. – С. 20-23.
10. Масютенко, Н. П. Трансформация органического вещества в черноземных почвах ЦЧР и системы его воспроизводства / Н. П. Масютенко // М.: Россельхозакадемия, 2012. – 150 с.
11. Назаров, В. А. Агроэкологические приемы повышения плодородия черноземных почв Поволжья: автореферат дисс. ... д-ра сельскохозяйственных наук: 06.01.04; 03.00.16 / Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова. – Саратов, 2005. – 44 с.
12. Пронина, О. В. Влияние сидератов на плодородие черноземных почв и продуктивность севооборота в степном Заволжье: автореферат дисс. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.01 / Самарский НИИСХ им. Н. М. Тулайкова. – Кинель, 2005. – 24 с.
13. Смуров, С. И. Оценка различных видов культур и их сочетаний в качестве парозанимающих сидератов / С. И. Смуров, Т. В. Попова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, № 11. – С. 74-77.
14. Уваров, Г. И. Деградация и охрана почв Белгородской области: монография / Г. И. Уваров, В. Д. Соловиченко // Белгород: «Отчий край», 2010. – 180 с.

### References

1. Ayupov. Z. Z. Vliyaniye elementov biologizatsii zemledeliya na dinamiku labilnykh gumusovykh veshchestv, urozhaynost i kachestvo zerna ozimoy pshenitsy [Influence of elements of biologization of agriculture on dynamics of labile humus substances, productivity and quality of grain of winter wheat] // Z. Z. Ayupov [i dr.] // Vestnik OGU. – 2009. – № 6. – S. 537-539.
2. Bagautdinov. F. Ya. Obnovleniye komponentov seroy lesnoy pochvy i chernozema tipichnogo pri dli-telnoy gumifikatsii mechenykh po uglerodu rastitelnykh ostatkov [Renewal of components of gray forest soil and Chernozem typical for long term humification of carbon labeled plant residues] / F. Ya. Bagautdinov // Pochvovedeniye. – 1994. № 2. – S. 50-56.
3. Biologizatsiya zemledeliya v osnovnykh zemledelcheskikh regionakh Rossii [Biologization of agriculture in the main agricultural regions of Russia] / V. A. Semykin. N. I. Kar-tamyshev. V. F. Maltsev [i dr.]; pod red. N. I. Kartamysheva. – M.: KolosS. 2012. – 472 s.
4. Voronkova. N. A. Vliyaniye dlitel'nogo primeneniya udobreniy v zernotravyanom sevooborote na agrokhimicheskiye svoystva chernozema vyshchelochennogo i urozhaynost selskokhozyaystvennykh kultur [Influence of long-term application of fertilizers in grain-grass crop rotation on agrochemical properties of leached Chernozem and crop yield] / N. A. Vo-ronkova. N. F. Balabanova // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2013. – № 5. – S. 30-32.
5. Galeyeva. L. P. Vliyaniye sideratov na plodorodiye chernozemov vyshchelochennykh novosibirskogo Priobya [Effect of green manure on the fertility of leached Chernozem Ob in Novosibirsk] / L. P. Galeyeva // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2014. – № 1. – S. 21-23.
6. Dedov. A. V. Priyemy biologizatsii i vosproizvodstvo plodorodiya chernozemov [Methods of biologization and reproduction of fertility of chernozems] / A. V. Dedov. M. A. Nesmeyanova. N. N. Khryukin // Zemledeliye. – 2012. – № 6. – S. 4-7.
7. Kirayev. R. S. Regulirovaniye plodorodiya lesostepnykh chernozemov v sistemakh zemledeliya Yuzhnogo Urala: avtoreferat diss. ... d-ra selskokhozyaystvennykh nauk: 06.01.01 [Regulation of fertility of forest-steppe chernozems in systems of agriculture of the southern Urals: abstract Diss. ... doctor of agricultural Sciences: 06.01.01] / VNIИ udobreniy i agropochvovedeniya imeni D. N. Pryanishnikova. – M. 2001. – 46 s.
8. Kiryushin. V. I. Problema ekologizatsii zemledeliya v Rossii (Belgorodskaya model) [The problem of ecologization of agriculture in Russia (Belgorod model)] / V. I. Kiryushin // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2012. – № 12. – S. 3-9.
9. Lukin. S. V. Biologizatsiya zemledeliya v Belgorodskoy oblasti: itogi i perspektivy [Biologization of agriculture in the Belgorod region: results and prospects] / S. V. Lukin // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2016. – T. 30. – № 7. – S. 20-23.
10. Masyutenko. N. P. Transformatsiya organicheskogo veshchestva v chernozemnykh pochvakh TsChR i sistemy ego vosproizvodstva [Transformation of organic matter in Chernozem soils CDR and its reproduction systems] / N. P. Masyutenko // M.: Rosselkhozakademiya. 2012. – 150 s.
11. Nazarov. V. A. Agroekologicheskiye priyemy povysheniya plodorodiya chernozemnykh pochv Povolzhia: avtoreferat diss. ... d-ra selskokhozyaystvennykh nauk: 06.01.04; 03.00.16 [Agroecological methods of increasing the fertility of Chernozem soils of the Volga region: abstract Diss. ... doctor of agricultural Sciences: 06.01.04; 03.00.16] / Saratovskiy GAU im. N. I. Vavilova. – Saratov. 2005. – 44 s.
12. Pronina. O. V. Vliyaniye sideratov na plodorodiye chernozemnykh pochv i produktivnost sevooborota v stepnom Zavolzhye: avtoreferat diss. ... kandidata selskokhozyaystvennykh nauk: 06.01.01 [Effect of green manure on the fertility of Chernozem soil and productivity of crop rotation in the steppe Volga region: author's abstract Diss. ... candidate of agricultural Sciences: 06.01.01] / Samarskiy NIISKh im. N. M. Tulaykova. – Kinel. 2005. – 24 s.
13. Smurov. S. I. Otsenka razlichnykh vidov kultur i ikh sochetaniy v kachestve parozanimayushchikh sideratov [Evaluation of various types of crops and their combinations as protanomally leies] / S. I. Smurov. T. V. Popova // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2015. – T. 29. № 11. – S. 74-77.
14. Uvarov. G. I. Degradatsiya i okhrana pochv Belgorodskoy oblasti: monografiya [Degradation and conservation of soils of the Belgorod region: monograph] / G. I. Uvarov. V. D. Solovichenko // Belgorod: «Otchiy kray». 2010. – 180 s.

### Сведения об авторах

Смуров Сергей Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией по изучению систем земледелия ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: [ssmurov61@mail.ru](mailto:ssmurov61@mail.ru).

Григорьев Олег Владимирович, научный сотрудник лаборатории по изучению систем земледелия ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Кульков Станислав Сергеевич, агроном лаборатории по изучению систем земледелия, ФГБОУ ВПО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: [BeLikeStas@yandex.ru](mailto:BeLikeStas@yandex.ru), тел. +7 920 556-39-94.

**Information about authors**

Smurov Sergey I., Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory, Federal State Budgetary Institution of Higher Education Belgorod State Agricultural University, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, email: [ssmurov61@mail.ru](mailto:ssmurov61@mail.ru).

Grigorov Oleg V., Researcher of the Laboratory, Federal State Budgetary Institution of Higher Education Belgorod State Agricultural University, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.

Kulkov Stanislav S., agronomist of the Laboratory, Federal State Budgetary Institution of Higher Education Belgorod State Agricultural University, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, email: [BeLikeStas@yandex.ru](mailto:BeLikeStas@yandex.ru).

УДК 633.16«321»:631.559:631.8

*А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова Н.В. Ширяева*

## ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ

**Аннотация.** Применения удобрений приводило к увеличению урожайности ярового ячменя. Наибольшая урожайность получена при применении органо-минеральной системы удобрения 3,29- 3,52 т/га. Способы основной обработки почвы при различных системах удобрения по разному влияли на урожайность ярового ячменя, так при применении минеральной и органо-минеральной систем удобрения рассчитанных на расширенное воспроизводство плодородия почвы мелкая и безотвальная обработки не уступают по величине урожайности вспашке. при последствии органических удобрений и при органо-минеральной системе удобрения рассчитанной на простое воспроизводство плодородия почвы мелкая и безотвальная обработки почвы приводят к снижению урожайности ячменя по сравнению со вспашкой на 0,19-0,40 т/га. При минеральной системе удобрения рассчитанной на простое воспроизводство снижение урожайности отмечено на вариантах с мелкой обработкой (-0,2 т/га). Показатели структуру урожая зависели от применения удобрений и с увеличением дозы минеральных удобрений увеличивались. Содержание белка и нитратов в зерне ячменя, не зависели от способов основной обработки почвы, а увеличивались при внесении удобрений, наибольшие показатели были отмечены при органо-минеральной системе удобрения рассчитанной на расширенное воспроизводство плодородия почвы

**Ключевые слова:** Яровой ячмень, системы удобрения, урожайность, качество урожая, структура урожая, обработка почвы.

## PRODUCTIVITY OF SPRING BARLEY DEPENDING ON THE METHODS OF BASIC PROCESSING OF SOIL AND FERTILIZERS

**Abstract.** The application of fertilizers led to an increase in the yield of spring barley. The highest yield was obtained with the use of an organo-mineral fertilizer system of 3.29-3.52 t / ha. Methods of basic soil cultivation with different fertilizer systems have differently influenced the yield of spring barley, so when using mineral and organo-mineral fertilizer systems designed for extended reproduction of soil fertility, small and no-tillage treatments are not inferior in terms of yield to plowing. with the aftereffect of organic fertilizers and with the organo-mineral fertilizer system designed for simple reproduction of soil fertility, shallow and soil-free tillage leads to a decrease in the yield of barley in comparison with plowing by 0.19-0.40 t / ha. In the case of a mineral fertilizer system designed for simple reproduction, a decrease in yield was noted in variants with fine processing (-0.2 t / ha). The parameters of the crop structure depended on the use of fertilizers and the increase in the dose of mineral fertilizers increased. The protein and nitrate content in barley grain did not depend on the methods of basic soil cultivation, but increased when fertilizers were introduced, the highest values were noted with an organomineral fertilizer system designed for expanded reproduction of soil fertility

**Keywords:** Spring barley, fertilizer systems, yield, crop quality, crop structure, soil cultivation.

Одной из основных проблем в земледелии является снижение энергетических затрат за счет повышения продуктивности и улучшения качества производимой продукции. Применение минеральных и органических удобрений является одним из самых эффективных средств, способствующих повышению урожайности сельскохозяйственных культур и улучшению их качества при сокращении затрат труда на единицу продукции. [3, 6, 7].

Исследования по изучению продуктивности ярового ячменя проводились в 2015-2017 гг. в стационарном опыте лаборатории плодородия почв и мониторинга ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» Почва опытного участка - чернозем типичный, среднемощный, малогумусный, тяжелосуглинистый, на лессовидном суглинке. Содержание гумуса (по Тюрину) - 4,7-5,6 %; подвижный фосфор и обменный калий (по Чирикову) - 67-78 и 88-112 мг/кг почвы соответственно; рН<sub>(сол)</sub>- 5,8-6,3; степень насыщенности основаниями - около 90 %.

В стационарном опыте использовался метод расщепленных делянок. Опыт трехфакторный, его повторность в пространстве и во времени трехкратная, посевная площадь элементарной делянки 120 м<sup>2</sup> (4X30 м), учетной - 100 м<sup>2</sup>.

Агротехника возделывания ярового ячменя была общепринятой для зоны.

Защитные мероприятия по возделыванию ячменя накладывались фоном.

Ячмень выращивали в зернопропашном севообороте со следующим чередованием культур:

1. Горох;
2. Озимая пшеница;

3. Сахарная свекла;

4. Ячмень.

Изучали три способа основной обработки почвы (фактор А).

- Вспашка на глубину 20-22 см. плугом ПЛН – 5-35, которой предшествовало дисковое лущение на 6-8 см.

- Безотвальная обработка на глубину 20-22 см плугом типа «Параплау», которой предшествовало дисковое лущение на 6-8 см.

- Мелкая обработка проводилась дисковой бороной БДТ – 7 на глубину 6-8 и 10-15 см.

Дозы органических удобрений включали две градации насыщенности (0; 8 т/га) севооборотной площади и три градации насыщенности минеральными удобрениями: нулевую - без внесения удобрений; одинарную дозу, рассчитанную на простое воспроизводство почвенного плодородия и двойную - на расширенное воспроизводство. Навоз вносился один раз за ротацию под сахарную свеклу в дозе 40 т/га. Навоз и минеральные удобрения вносились осенью под основную обработку почвы. Ячмень использовал первый год последействия навоза.

Схема опыта, включающая варианты с минеральными и органическими удобрениями под ячмень (фактор В) выглядела следующим образом:

1. Контроль без удобрений

2. (NPK)<sub>50</sub>

3. (NPK)<sub>100</sub>

4. Навоз 40 т/га

5. Навоз 40 т/га + (NPK)<sub>50</sub>

6. Навоз 40 т/га + (NPK)<sub>100</sub>

Учетная площадь каждой делянки убиралась комбайном «Сампо». Учет урожая поделочный, весовой.

Урожайность зависит от технологии выращивания, климата, сорта и других факторов. В настоящее время все большее распространение получает интенсивная технология возделывания. Интенсивная технология - это система обязательных для выполнения мероприятий, охватывающих весь процесс получения высокого урожая конкретной культуры, включая высокую дисциплину труда, тонкое знание физиологии растений, строжайшую технологическую дисциплину. [1, 2, 12, 13, 14].

Она предусматривает наиболее эффективное использование комплекса всех факторов, определяющих формирование урожая с/х культур и его качество: обработка почвы, система удобрений, правильный севооборот, интегрированная система защиты растений с помощью агротехнических, биологических и химических методов, мелиоративные приемы регулирования почвенного плодородия и водного режима, применение высокоурожайных сортов и современных технологических

Формирование урожая и его качество во многом зависят от условий выращивания растений. В процессе роста и развития растения предъявляют определенные требования к условиям внешней среды, которые связаны с характером и интенсивностью физиолого-биохимических процессов, протекающих в них. [4, 5, 8, 9, 10, 11].

Анализ данных о влиянии удобрений и способов обработки почвы показал, что при органической системе удобрения и органоминеральной системе удобрения с одинарной дозой минеральных удобрений наибольшая урожайность отмечена на вспаханных делянках. Так разница составила при органической системе удобрения (+0,39 и + 0,40 т/га), при органоминеральной системе удобрения с одинарной дозой минеральных удобрений (+ 0,22 и + 0,19 т/га) по сравнению с безотвальной и мелкой обработкой соответственно

**Таблица 1 – Урожайность ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений за 2015-2017 гг., т/га**

Навоз, т/га	Минеральные удобрения, доза.	Урожайность зерна, т/га				Прибавки, т/га		
		2015 г	2016 г	2017 г	Средн.	от минеральных удобр.	от навоза *	от систем. удобр.
вспашка								
0	0	2,10	2,58	2,19	2,29	-	-	-
0	1 доза	2,95	3,80	3,21	3,32	1,03	-	-
0	2 дозы	2,90	3,83	3,34	3,36	1,07	-	-
40	0	2,40	3,17	2,68	2,75	-	0,49	-
40	1 доза	3,10	3,92	3,51	3,51	0,76	0,19	1,22
40	2 дозы	2,98	4,12	3,45	3,52	0,77	0,16	1,23
безотвальная								
0	0	1,70	2,75	2,24	2,23	-	-	-
0	1 доза	2,75	3,58	3,23	3,19	0,96	-	-
0	2 дозы	2,95	3,62	3,28	3,28	1,05	-	-
40	0	2,30	2,50	2,28	2,36	-	0,13	-
40	1 доза	2,70	3,81	3,37	3,29	0,93	0,10	1,06
40	2 дозы	3,00	3,95	3,33	3,43	1,07	0,15	1,20
мелкая								
0	0	1,50	2,76	2,32	2,19	-	-	-
0	1 доза	2,70	3,44	3,21	3,12	0,93	-	-
0	2 дозы	3,05	3,60	3,28	3,31	1,12	-	-
40	0	2,40	2,43	2,22	2,35	-	0,16	-
40	1 доза	3,00	3,61	3,34	3,32	0,97	0,20	1,13
40	2 дозы	3,10	3,85	3,46	3,47	1,12	0,16	1,28
НСР05 для фактора А (обработка)		0,15	0,19	0,17	0,17			
НСР05 для фактора В (удобрения)		0,30	0,32	0,30	0,31			

На контроле, с минеральной системой удобрения, рассчитанной на расширенное воспроизводство и органоминеральной системой удобрения с двойной дозой минеральных удобрений существенных различий по способам обработки почвы не выявлено.

Удобрения оказали положительное влияние на урожайность ячменя.

При применении минеральных удобрений в чистом виде и в сочетании с органическими удобрениями была получена существенная прибавка урожая по всем способам основной обработки почвы и находилась в интервале от 0,76 до 1,12 т/га.

Органические удобрения оказали положительное влияние лишь при вспашке на варианте с первым годом последствий.

Максимальная урожайность зафиксирована на вариантах с органо-минеральной системой удобрения и составила 3,29- 3,51 и 3,43-3,52 т/га при одинарной и двойной дозе минеральных удобрений соответственно. Существенной разницы между одинарными и двойными дозами минеральных и удобрений и между способами основной обработки почвы не установлено прибавка не превышала НСР05 – 0,31 т/га. Прибавка урожайности от системы удобрения находилась в интервале от 1,06 до 1,28 т/га.

Таким образом, мелкая и безотвальная обработки почвы при последствии органических удобрений и при органоминеральной системе удобрения рассчитанной на простое воспроизводство приводят к снижению урожайности ячменя по сравнению со вспашкой на 0,19-0,40 т/га. При минеральной системе удобрения рассчитанной на простое воспроизводство снижение урожайности отмечено на вариантах с мелкой обработкой (- 0,2 т/га)

При применении минеральной и органо-минеральной систем удобрения рассчитанных на расширенное воспроизводство плодородия почвы мелкая и безотвальная обработки не уступают по величине урожайности вспашке. Наибольшая урожайность получена при применении органо-минеральной системы удобрения - 3,29- 3,52 т/га.

Анализируя данные элементов структуры урожая в среднем за 2015-2017 гг. (таблица 2) видим, что высота растения, длина колоса и количество зерен в нем, не зависели от способов основной обработки почвы, но увеличивались на вариантах с внесением удобрений по сравнению с вариантом без удобрений.

Высота растения увеличивалась на от 18,5 до 19,4 см, длина колоса от 1,3 до 1,5 см, а количество зерен в нем от 1 до 3 штук.

Масса тысячи зерен на варианте без внесения удобрений и при органической системе удобрения была выше на делянках со вспашкой – 47,8 против 46,7 и 46,8 – при безотвальной и 46,6-46,7 г – при мелкой обработках почвы (НСР<sub>05</sub> по обработкам 0,9 г).

При применении минеральной и органо-минеральной систем удобрения данный показатель не зависел от способов основной обработки почвы. Причем на вариантах с удвоенными дозами минеральных удобрений данный показатель был несколько ниже, но было больше зерен в колосе и количество продуктивных стеблей. Произошло это в результате интенсивного роста вегетативной массы на этих вариантах.

**Таблица 2 Структура урожая в зернопропашном севообороте в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений в среднем за 2015-2017 гг.**

Навоз, т/га	Минеральные удобрения, доза	Высота растений, см	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе шт.	Коэффициент кустистости	Масса 10000 зерен, г.
<b>вспашка</b>						
0	0	59,9	6,4	18	1,3	47,8
0	1 доза	75,6	7,2	20	1,8	47,8
0	2 дозы	78,6	7,5	21	1,9	46,4
40	0	69,6	6,9	19	1,6	47,8
40	1 доза	75,8	7,5	20	1,8	47,9
40	2 дозы	78,5	7,7	21	1,9	46,1
<b>безотвальная</b>						
0	0	58,8	6,0	17	1,2	46,7
0	1 доза	73,4	7,1	20	1,7	47,8
0	2 дозы	78,2	7,5	21	1,9	45,8
40	0	68,1	6,8	18	1,5	46,8
40	1 доза	73,5	7,2	20	1,8	47,4
40	2 дозы	77,2	7,5	21	1,8	46,0
<b>мелкая</b>						
0	0	60,1	5,9	17	1,2	46,6
0	1 доза	73,4	7,2	20	1,8	47,9
0	2 дозы	78,6	7,4	20	1,8	45,7
40	0	66,9	6,3	18	1,5	46,7
40	1 доза	74,6	7,4	20	1,7	47,8
40	2 дозы	77,9	7,6	20	1,8	46,0
НСР <sub>05</sub> для фактора А (обработка)		3,4	3,3	1,0	0,10	0,9
НСР <sub>05</sub> для фактора В (удобрения)		6,2	6	2,0	0,12	1,8

Таким образом, коэффициент кустистости, высота растений, длина колоса и количество зерен в нем зависели от применения удобрений, с увеличением дозы минеральных удобрений эти показатели увеличивались. Масса тысячи зерен на контроле и при последствии органических удобрений выше при вспашке.

В нашем опыте мы изучали содержание белка и нитратов в зерне ячменя (таблица 3)



Как показали результаты трехлетних исследований, содержание белка в зерне ячменя не зависело от способов основной обработки почвы, но увеличивалось при внесении удобрений. Наибольшее содержание белка было отмечено при органоминеральной системе удобрения рассчитанной на расширенное воспроизводство плодородия почвы и составило 16,1% при вспашке и 15,9 при способах основной обработки почвы без оборота пласта, что на 3,5 и 3,6% выше по сравнению с контролем.

**Таблица 3 – Показатели качества зерна ячменя, в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений, в среднем за 2015-2017 гг**

Навоз, т/га	NPK, доза	Содержание белка в %			Содержание NO <sub>3</sub> мг/кг		
		Вспашка	Безотвал	Мелкая	Вспашка	Безотвал	Мелкая
0	0	12,6	12,3	12,3	212	209	208
0	1 доза	15,1	14,9	15,1	248	245	246
0	2 дозы	15,7	15,7	15,4	257	255	253
40	0	13,6	13,3	13,4	287	282	281
40	1 доза	15,3	15,1	15,0	269	267	265
40	2 дозы	16,1	15,9	15,9	288	285	287
НСП <sub>05</sub> для фактора В (обработка)		0,6			9,5		
НСП <sub>05</sub> для фактора С (удобрения)		0,8			11,3		

Содержание нитратов в зерне ячменя, не зависело от способов основной обработки почвы, а увеличивались при внесении удобрений, причем наибольшие показатели были отмечены на вариантах с последствием органических удобрений и при двойной дозе минеральных удобрений в сочетании с органическими удобрениями и составили 281-287 мг/кг при органической системе удобрения и 285-288 мг/кг при органо-минеральной системе удобрения, что в 1,3-1,4 раза ниже, чем на контроле.

#### Библиография

1. Акинчин А.В. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на формирование урожая и качество силоса кукурузы/ А.В. Акинчин, Л.Н. Кузнецова, С.А. Линков, А.Г. Ступаков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – №8. – С. 50-52.
2. Акинчин А.В. Формирование урожая и качества силоса кукурузы в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений/ А.В. Акинчин, Л.Н. Кузнецова, С.А. Линков // Кукуруза и сорго. – 2012. – №3. – С. 18-21.
3. Воспроизводство плодородия почв в системах земледелия. Учебное пособие по дисциплине «Воспроизводство плодородия почв в системах земледелия» для направления подготовки 35.04.03 «Агрохимия и агропочвоведение» / Составители А.Г. Ступаков, А.И. Титовская, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова. – Белгород: Изд-во БелГАУ, 2016. – 79 с.
4. Кононова О.С., Кузнецова Л.Н. Урожайность кукурузы на зерно при различных системах обработки почвы/ Материалы международной студенческой научной конференции (7-8 февраля 2017 года). Т. 1– Белгород, 2017. – с. 21
5. Кононова, Кузнецова Л.Н. Влияние систем обработки почвы на урожайность подсолнечника/ Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы» (28-29 мая 2018 года). Т. 1– Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – с. 78-79
6. Кузнецова Л.Н. Комплекс агроприемов как фактор регулирования почвенного плодородия / Л.Н. Кузнецова, А.В. Акинчин // Белгород: Изд-во БелГСХА, 2014. – 135 с.
7. Линков С.А. Изменение плодородия почвы в зависимости от факторов интенсификации земледелия: монография / С.А. Линков, Л.Н. Кузнецова, А.В. Акинчин, А.В. Ширяев – Белгород: Изд-во Белгородского ГАУ, 2016. – 197 с., ил.
8. Лицуков С.Д., Кузнецова Л.Н. Продуктивность ярового ячменя при различных системах удобрения/ Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы» (28-29 мая 2018 года). Т. 1– Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – с. 17-19
9. Мусаидова Д.С., Кузнецова Л.Н. Влияние удобрений и различных способов обработки почвы на урожайность ячменя / Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое

сельское хозяйство: проблемы и перспективы» (28-29 мая 2018 года). Т. 1– Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – с. 86-87

10. Титовская А.И., Ширяев А.В., Кузнецова Л.Н., Соловиченко В.Д. Изменение питательного режима почвы в севооборотах/Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород, 2015. - № (4) 8.- С. 88-93.

11. Титовская А.И., Кузнецова Л.Н., Ступаков А.Г., Ширяев А.В., Кулишова И.В., Ширяева Н.В. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от удобрений и предшественников /Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород, 2017. - № 3 (15).- С. 116-126.

12. Французова Е.Р., Кузнецова Л.Н. Содержание белка в зерне ячменя в зависимости от способа основной обработки почвы и систему удобрений/ Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы» (28-29 мая 2018 года). Т. 1– Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – с. 99-100

13. Чобану А.П., Кузнецова Л.Н. Влияние агротехнических приемов и предшествующих культур на формирование продуктивности ярового ячменя/ Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы» (28-29 мая 2018 года). Т. 1– Майский: Издательство ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – с. 81-82

14. Ширяев А.В., Кузнецова Л.Н. Влияние систем обработки почвы на рост и развитие кукурузы на зерно/ Вестник Курской государственной с.-х. академии. – Курск, 2014. - № 9. – С. 38-40.

### References

1. Akinchin A.V. Influence of methods of basic soil cultivation and fertilizers on crop formation and quality of maize silage / A.V. Akinchin, L.N. Kuznetsova, S.A. Linkov, A.G. Stupakov // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. - 2012. - №8. - P. 50-52.

2. Akinchin A.V. Forming the yield and quality of maize silage depending on the methods of basic tillage and fertilizers / A.V. Akinchin, L.N. Kuznetsova, S.A. Links // Corn and sorghum. - 2012. - №3. - P. 18-21.

3. Reproduction of soil fertility in farming systems. Textbook on the discipline "Reproduction of soil fertility in farming systems" for the direction of preparation 35.04.03 "Agrochemistry and agropedology" / Compilers A.G. Stupakov, A.I. Titovskaya, A.V. Shiryayev, L.N. Kuznetsov. - Belgorod: Publishing house of BelSU, 2016. - 79 p.

4. Kononova OS, Kuznetsova L.N. Productivity of corn for grain under various soil treatment systems / Proceedings of the International Student Scientific Conference (February 7-8, 2017). Т. 1- Belgorod, 2017. - p. 21

5. Kononova, LN Kuznetsova. Influence of soil cultivation systems on the yield of sunflower / Materials of the XXII International Scientific and Production Conference "Organic Agriculture: Problems and Prospects" (May 28-29, 2018). Т. 1- Maisky: Publishing house FGBOU VO Belgorod State University, 2018. - p. 78-79

6. Kuznetsova L.N. A complex of agricultural practices as a factor in regulating soil fertility / L.N. Kuznetsova, A.V. Akinchin // Belgorod: Publishing house of BelGSAA, 2014. - 135 p.

7. Linkov S.A. Change in soil fertility depending on the factors of intensification of agriculture: monograph / S.A. Linkov, L.N. Kuznetsova, A.V. Akinchin, A.V. Shiryayev - Belgorod: Publishing house of the Belgorod State University, 2016. - 197 p., III.

8. Litsukov SD, Kuznetsova L.N. Productivity of spring barley under various fertilizer systems / Materials of the XXII International Scientific and Production Conference "Organic Agriculture: Problems and Perspectives" (May 28-29, 2018). Т. 1- Maisky: Publishing house FGBOU VO Belgorod State University, 2018. - p. 17-19

9. Musaidova DS, Kuznetsova L.N. Influence of fertilizers and various methods of soil cultivation on the yield of barley / Materials of the XXII International Scientific and Production Conference "Organic Agriculture: Problems and Prospects" (May 28-29, 2018). Т. 1- Maisky: Publishing house FGBOU VO Belgorod State University, 2018. - p. 86-87

10. Titovskaya AI, Shiryayev AV, Kuznetsova LN, Solovichenko V.D. Change in soil nutrient regime in crop rotations / Innovations in the agroindustrial complex: problems and prospects. - Belgorod, 2015. - No. (4) 8.- P. 88-93.

11. Titovskaya AI, Kuznetsova LN, Stupakov AG, Shiryayev AV, Kulishova IV, Shiryayeva NV Productivity of winter wheat depending on fertilizers and predecessors / Innovations in the agroindustrial complex: problems and prospects. - Belgorod, 2017. - No. 3 (15) .- P. 116-126.

12. Frantsuzova ER, Kuznetsova L.N. The protein content in barley grain, depending on the method of basic soil cultivation and the fertilizer system / Materials of the XXII International Scientific and Production Conference "Organic Agriculture: Problems and Prospects" (May 28-29, 2018). Т. 1- Maisky: Publishing house FGBOU VO Belgorod State University, 2018. - p. 99-100

13. Cobanu AP, Kuznetsova L.N. The influence of agrotechnical methods and previous crops on the formation of spring barley productivity / Proceedings of the 22nd International Scientific and Production Conference "Organic Agriculture: Problems and Prospects" (May 28-29, 2018). Т. 1- Maisky: Publishing house FGBOU VO Belgorod State University, 2018. - p. 81-82

14. Shiryayev AV, Kuznetsova L.N. Influence of soil cultivation systems on the growth and development of maize for grain / Bulletin of the Kursk State Farm. academy. - Kursk, 2014. - No. 9. - P. 38-40.

### Сведения об авторах

Ширяев Александр Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия агрохимии и экологии Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, тел. +79056739117, E-mail: [shir9218@yandex.ru](mailto:shir9218@yandex.ru)

Кузнецова Лариса Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия агрохимии и экологии Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, тел. +79056727064

Ширяева Наталья Викторовна, аспирант кафедры земледелия, агрохимии и экологии Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина

**Information about authors**

Shiryayev Alexander Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Agrochemistry and Ecology, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina, tel. +79056739117, E-mail: [shir9218@yandex.ru](mailto:shir9218@yandex.ru)

Kuznetsova Larisa Nikolaevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture of Agrochemistry and Ecology of Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina, tel. +79056727064

Shiryayeva Natalia Viktorovna, post-graduate student of the Department of Agriculture, Agrochemistry and Ecology of Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin

УДК 631.434:633.11 «324»

*Н.В. Ширяева, А.В. Ширяев, Л.Н. Кузнецова, А.Г. Ступаков, А.О. Симашева, К.К. Хакимова*

## СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПО РАЗНЫМ ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ

**Аннотация.** Структурный состав почвы определяли путем отбора образцов по слоям 0-10, 10-20, 20-30 см с последующим просеиванием через набор сит по методу Н. И. Савинова. Установлено, что к фазе весеннего кушения структура почвы улучшалась по всем вариантам опыта, а к периоду уборки произошло изменение коэффициента структурности почвы в сторону снижения. По влиянию на коэффициент структурности в слое 0-10 под сортом Майская Юбилейная лучшим предшественником оказался пар, в слое 10-20 – горох, в слое 20-30 – ячмень. Водопрочность почвы анализировали по методу П.И. Андрианова, учитывая агрегаты, распавшиеся в воде за определённый промежуток времени. Определили, по всем предшественникам наиболее устойчивой к воздействию воды была фракция почвы 3-5 мм, наименее – 7-10 мм. Наиболее благоприятное влияние на водопрочность в среднем по изучаемым почвенным фракциям оказал предшественник ячмень, сорт пшеницы Майская юбилейная (21,5%) и предшественник горох, сорт пшеницы Альмера (20,7%). В целом на водопрочность почвенной структуры оказывали влияния срок вегетации, предшественник озимой пшеницы, исследуемый слой почвы. Пар и горох в качестве предшественников озимой пшеницы обоих сортов являются более эффективными для получения высокой урожайности зерна.

**Ключевые слова:** предшественник, сорт, озимая пшеница, структура почвы, водопрочность почвенной структуры, слой почвы, коэффициент структурности.

### STRUCTURAL STATE OF THE SOIL IN WHICH WHEAT OXIMISM BY VARIOUS PRECURSORS

**Abstract.** The structural composition of the soil was determined by sampling the layers 0-10, 10-20, 20-30 cm, followed by sieving through a set of sieves by the method of N.I.Savinov. It was established that the soil structure improved during the spring tillering phase in all variants of the experiment, and by the time of harvesting there was a change in the coefficient of soil structure in the direction of decline. According to the influence on the coefficient of structure in the layer 0-10 under the Maya Jubilee cultivar, the best predecessor was steam, in layer 10-20 - peas, in layer 20-30 - barley. The water resistance of the soil was analyzed by the method of P.I. Andrianova, given the aggregates that disintegrated in the water for a certain period of time. It was determined that for all the predecessors the most resistant to water was the soil fraction 3-5 mm, the least - 7-10 mm. The most favorable effect on water resistance on the average for the studied soil fractions was provided by the predecessor barley, wheat grade May Jubilee (21.5%) and predecessor peas, Almera wheat (20.7%). In general, the water resistance of the soil structure was influenced by the period of vegetation, the precursor of winter wheat, the soil layer under study. Steam and peas as the precursors of winter wheat of both varieties are more effective for obtaining high grain yields.

**Keywords:** predecessor, variety, winter wheat, soil structure, water resistance of soil structure, soil layer, structural coefficient.

Увеличение производства зерна и повышение его качества имеют большое значение для нашей страны. Особая роль отводится озимой пшенице как высокопродуктивной и ценной продовольственной культуре, которая занимает в Центрально-Черноземном регионе около 2 миллионов гектаров. Значительные площади (около 300 тыс. га) озимая пшеница занимает и в Белгородской области, которая по агроклиматическому районированию входит в зону неустойчивого увлажнения [9].

Большое значение для агрономической характеристики почвы имеет ее структура и водопрочность.

Структура один из основных показателей, определяющих оптимальное физическое состояние почвы. Она обуславливает благоприятное сложение обрабатываемого слоя почвы, ее водный, воздушный и тепловой режимы, а также технологические свойства [7, 8].

Хорошая структура позволяет пропускать в почву воду и воздух и обеспечивает корни водой и питательными веществами. Хорошо оструктуренная почва, в результате более активных биологических процессов, обладает, по сравнению с бесструктурной, большими запасами элементами питания. Плохая структура почвы замедляет всхожесть семян, поступление воды и воздуха и корневое развитие, необходимые для роста и развития растений, и приводит к снижению урожайности [2, 3, 7].

Наибольший интерес с агрономической точки зрения представляет зернистая и мелкокомковатая структура с размером частиц от 0,25 до 10 мм, они придают почвенной структуре ее уникальный вид и определяют почвенное плодородие.

Почвы, обладающие водопрочной структурой, имеют благоприятный для развития растений водно-воздушный режим, механические свойства и т.д. Почвы, не имеющие такой структуры, быстро заплывают, становятся непроницаемыми для воды и воздуха, а при высыхании растрескиваются на крупные глыбы [6].

Водопрочность, т. е. способность противостоять размывающему действию воды, важнейшее свойство почвы в зонах активного проявления водной эрозии. К такой зоне относится вся территория Белгородской области, где более половины пашни (около 70 %) подвержено эрозионным процессам. Водопрочность изменяется в зависимости от гранулометрического состава почв и особенностей возделываемых культур [1, 4].

**Таблица 1 – Влияние предшественников озимой пшеницы на содержание фракций почвенных агрегатов и коэффициент структурности до посева, 2016г.**

Предшественники	Слои почвы, см	Содержание фракции, % (размер агрегатов, мм)			Коэффициент структурности
		10	Агрономически ценная	> 0,25	
Пар	0-10	21,1	11	6,4	2,45
	10-20	19,0	12,4	3,4	3,46
	20-30	11,2	13,7	3,3	5,80
	0-30	17,1	12,4	4,3	3,90
Горох	0-10	14,2	12,0	7,0	3,39
	10-20	35,7	9,8	2,7	1,60
	20-30	31,0	10,9	2,0	2,05
	0-30	27,0	10,7	3,9	2,35
Ячмень	0-10	17,2	11,7	6,3	3,00
	10-20	35,4	10,2	1,8	1,70
	20-30	31,0	10,9	2,0	2,05
	0-30	27,9	10,9	3,3	2,25

Целью наших исследований являлось изучение влияния предшественников и сортов озимой пшеницы на агрофизические свойства почвы.

Полевой опыт проводился на полях проблемной лаборатории селекции и промышленного семеноводства Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я.Горина. В опыте изучались три предшественника и 2 сорта озимой пшеницы: чистый пар; горох; яровой ячмень. Сорта Альмера и Майская юбилейная.

Определение состава почвенных агрегатов проводилось путем отбора почвенных образцов по слоям 0-10,10-20,20-30 см с последующим просеиванием через набор сит по методу Н.И. Савинова. Содержание каждой фракции рассчитали, как отношение этой фракции к массе навески.

Для качественной оценки структуры был использован коэффициент структурности (К), который основан на отношении агрономически ценных агрегатов ко всем остальным. Диапазоны оценки: более 1,5 – отличное агрегатное состояние, 1,5-0,67 – хорошее, менее 0,67 – неудовлетворительное.

Водопрочность почвы определяли по методу П.И. Андрианова. Метод основан на учёте агрегатов, распавшихся в воде за определённый промежуток времени. Пробу воздушно-сухой почвы просеивают через набор сит с диаметром отверстий 10, 7, 5, 3; 2; 1; 0,5; и 0,25 мм, берут фракцию определенного размера. На дно чашки Петри помещают листок фильтровальной бумаги, расчерченный предварительно на 50 квадратов и в каждый квадрат помещают комочек почвы. В чашку Петри приливают воду до полного увлажнения листа фильтровальной бумаги и через 3 минуты, когда произойдёт капиллярное насыщение агрегатов, в него осторожно доливают воду комнатной температуры так, чтобы она покрыла агрегаты.

Результаты исследований были классифицированы по суммарному количеству агрегатов более 0,25 мм (классификация, предложенная И.В. Кузнецовой).

**Таблица 2 – Влияние предшественников озимой пшеницы сортов Майская Юбилейная и Альмера на содержание фракций почвенных агрегатов и коэффициент структурности в фазу кущения, 2016-2017гг.**

Предшественники	Слой почвы, см	Майская Юбилейная				Альмера			
		Содержание фракции, % (размер агрегатов мм)			Коэффициент структурности	Содержание фракции, % (размер агрегатов мм)			Коэффициент структурности
		10	Агрономически ценная	>0,25		10	Агрономически ценная	>0,25	
Пар	0-10	11,2	12,4	7,3	3,59	7,3	12,6	8,5	4,72
	10-20	15,9	13,0	3,2	4,30	9,9	13,8	3,6	6,40
	20-30	9,8	13,8	3,8	5,88	8,0	13,9	4,2	7,17
	0-30	12,3	13,0	4,8	4,59	8,4	13,5	5,4	6,10
Горох	0-10	11,9	12,6	6,2	3,42	18,2	11,2	7,2	2,63
	10-20	11,0	13,6	3,7	5,73	20,1	12,1	3,8	3,18
	20-30	17,5	12,5	3,7	3,84	12,8	12,8	5,0	4,29
	0-30	13,4	12,9	4,5	4,33	17,0	12,1	5,3	3,37
Ячмень	0-10	11,1	12,7	6,5	4,18	9,7	12,7	7,2	4,51
	10-20	15,5	13,0	3,3	5,28	10,2	13,7	3,7	5,60
	20-30	10,2	13,4	4,6	5,59	7,8	13,6	5,5	6,34
	0-30	12,3	13,0	4,8	5,02	9,2	13,3	5,5	5,48

При оценке коэффициента структурности до посева озимой пшеницы лучшим показателем по предшественникам в слое 0-30 оказался пар (3,9). В слое 0-10 см лучший коэффициент структурности отмечен по предшественнику горох, равный 3,39, в более глубоких слоях преимущество имел предшественник пар (таблица 1).

К фазе весеннего кущения структура почвы улучшалась по всем вариантам опыта.

В соответствии с вышеприведенными данными, коэффициент структурности под озимой пшеницей сорта Майская Юбилейная в фазе кущения в слое 0-30 см наиболее высоким оказался по предшественнику Ячмень и составил 5,02. А по сорту Альмера – по предшественнику пар (6,10) (таблица 2).

Лучшая структура в верхнем слое отмечалась на сорте Майская Юбилейная по предшественнику – ячмень 4,18, в слое 10-20 – горох (5,73), в слое 20-30 – пар (5,88).

На сорте Альмера лучший коэффициент структурности во всех слоях почвы наблюдался по предшественнику – пар (4,72 и 6,4 и 7,17 соответственно).

**Таблица 3 – Влияние предшественников озимой пшеницы сортов Майская Юбилейная и Альмера на содержание фракций почвенных агрегатов и коэффициент структурности в период уборки, 2016-2017 г.**

Предшественники	Слой почвы, см	Майская Юбилейная				Альмера			
		Содержание фракции, % (размер агрегатов мм)			Коэффициент структурности	Содержание фракции, % (размер агрегатов мм)			Коэффициент структурности
		10	Агрономически ценная	>0,25		10	Агрономически ценная	>0,25	
Пар	0-10	7,2	11,9	10,9	3,51	9,8	11,5	10,6	3,25
	10-20	18,7	12,3	3,8	3,30	26,9	10,6	4,7	2,16
	20-30	20,4	12,2	3,1	3,18	16,9	12,3	4,6	3,61
	0-30	15,4	12,1	6,0	3,33	17,9	11,5	6,6	3,01
Горох	0-10	10,5	11,6	10,1	2,98	15,1	11,5	8,0	2,85
	10-20	19,4	12,7	2,3	4,12	17,1	12,8	3,0	3,99
	20-30	26,7	10,8	4,3	2,15	19,1	12,1	4,2	3,42
	0-30	18,9	11,7	5,5	3,08	17,1	12,1	5,1	3,42
Ячмень	0-10	21,7	11,0	6,2	2,42	9,6	11,8	9,8	3,26
	10-20	26,4	11,2	3,1	2,74	26,9	10,8	4,3	2,20
	20-30	15,7	12,5	4,8	3,56	18,5	11,9	5,1	3,15
	0-30	21,3	11,6	4,7	2,91	18,3	11,5	6,4	2,87

К периоду уборки произошло изменение коэффициента структурности почвы в сторону снижения. Для сорта Майская Юбилейная наилучшим оказался предшественник пар и его значение в слое 0-30 составило 3,33. А по сорту Альмера предшественник - горох коэффициент структурности которого равнялся 3,42 (таблица 3).

В слое 0-10 под сортом Майская Юбилейная оказался лучшим предшественником – пар 3,51. В слое 10-20 горох - 4,12. В слое 20-30 – ячмень – 3,56.

В слое 0-10 под сортом Альмера лучшая структура почвы отмечена по предшественнику – ячмень 3,26, в слое 10-20 по гороху – 3,99, в слое 20-30 – по пару – 3,61.

На изменение коэффициента структурности почвы в сторону снижения повлияло разрушение почвенных агрегатов в результате механического воздействия на неё почвообрабатывающих орудий и факторов внешней среды.

**Таблица 4 – Влияние предшественников на содержание водопрочных почвенных агрегатов перед посевом озимой пшеницы, % (2016 г.)**

Предшественники	Слои почвы, см	Размер фракций, мм			Среднее, %
		3-5	5-7	7-10	
Пар	0-10	18,5	25,0	23,5	22,3
	10-20	21,5	6,5	15,0	14,3
	20-30	20,0	15,0	5,0	13,3
	0-30	20,0	15,5	14,5	16,7
Горох	0-10	33,5	30,0	21,5	28,3
	10-20	0,0	1,5	3,5	1,7
	20-30	8,5	8,5	3,5	6,8
	0-30	14,0	13,3	9,5	12,3
Ячмень	0-10	33,5	43,5	40,0	39,0
	10-20	3,5	6,5	5,0	5,0
	20-30	6,5	1,5	0,0	2,7
	0-30	14,5	17,2	15,0	15,6

**Таблица 5 – Влияние предшественников на содержание водопрочных почвенных агрегатов в фазу весеннего кущения озимой пшеницы, % (2016-2017 г.)**

Предшественники	Слои почвы, см	Размер фракций, мм			Среднее, %
		3-5	5-7	7-10	
Майская Юбилейная					
Пар	0-10	13,5	8,5	5,0	9,0
	10-20	10,0	16,5	6,5	11,0
	20-30	8,5	11,5	3,5	7,8
	0-30	10,7	12,2	5,0	9,3
Горох	0-10	18,5	15,0	11,5	15,0
	10-20	21,5	15,0	25,0	20,5
	20-30	10,0	5,0	11,5	8,8
	0-30	16,7	11,7	16,0	14,8
Ячмень	0-10	8,5	10,0	10,0	9,5
	10-20	11,5	15,0	11,5	12,7
	20-30	6,5	3,5	1,5	3,8
	0-30	8,8	9,5	7,7	8,7
Альмера					
Пар	0-10	11,5	5,0	1,5	6,0
	10-20	15,0	16,5	13,5	15,0
	20-30	5,0	11,5	6,5	7,7
	0-30	10,5	11,0	7,2	9,6
Горох	0-10	5,0	6,5	11,5	7,7
	10-20	11,5	8,5	13,0	11,0
	20-30	8,5	5,0	5,0	6,2
	0-30	8,3	6,7	9,8	8,3
Ячмень	0-10	11,5	8,5	8,5	9,5
	10-20	20,0	16,5	26,5	21,0
	20-30	0,0	1,5	1,5	1,0
	0-30	10,5	8,8	12,2	10,5

Тем не менее, несмотря на снижение коэффициента структурности этот показатель остается в диапазоне выше 1,5, то есть отличное агрегатное состояние почвы.

Перед посевом озимой пшеницы нами отмечено более благоприятное влияние на водопрочность в среднем по изучаемым фракциям почвы предшественника пара (16,7 % против 12,3-15,6 %) (таблица 4). Менее – горох (12,3 %).

По всем предшественникам наиболее устойчивой к воздействию воды была фракция почвы 3-5 мм. Наименее – 7-10 мм.

По классификации И.В. Кузнецовой в слое 0-30 см водопрочность можно оценить как неудовлетворительную независимо от предшественника озимой пшеницы (10 – 20%). По водопрочности выгодно отличался верхний слой почвы 0-10 см, где показатель соответствовал недостаточно удовлетворительной (20-30%), а по предшественнику ячмень – удовлетворительной водопрочности (30-40%)

На момент весеннего кушения пшеницы, показатель водопрочности структуры снизился независимо от варианта предшественников и изучаемых фракций почвы.

Более благоприятное влияние на водопрочность в среднем по изучаемым фракциям почвы оказал предшественник горох, сорт Майская Юбилейная (14,8%).

Лучшая водопрочность агрегатов наблюдалась в слое 10-20 см по предшественникам горох (Майская юбилейная) и ячмень (Альмера) (20,5-21,0 %) (таблица 5).

**Таблица 6 – Влияние предшественников на содержание водопрочных почвенных агрегатов в период уборки озимой, % (2016-2017 г.)**

Предшественники	Слой почвы, см	Размер фракций, мм			Среднее, %
		3-5	5-7	7-10	
Майская юбилейная					
Пар	0-10	16,5	15,0	21,5	17,7
	10-20	13,5	23,5	20,0	19,0
	20-30	8,5	11,5	15,0	11,7
	0-30	12,8	16,7	18,8	16,1
Горох	0-10	15,0	11,5	16,5	14,3
	10-20	16,5	18,5	26,5	20,5
	20-30	11,5	13,5	21,5	15,5
	0-30	14,3	14,5	21,5	16,8
Ячмень	0-10	20,0	26,5	26,5	24,3
	10-20	13,5	21,5	26,5	20,5
	20-30	23,5	18,5	16,5	19,5
	0-30	19,0	22,2	23,2	21,5
Альмера					
Пар	0-10	20,0	25,0	13,5	19,5
	10-20	16,5	6,5	15,0	12,7
	20-30	8,5	23,5	11,5	14,5
	0-30	15,0	18,3	13,3	15,5
Горох	0-10	25,0	28,5	40,0	31,2
	10-20	15,0	26,5	16,5	19,3
	20-30	8,5	16,5	10,0	11,7
	0-30	16,2	23,8	22,2	20,7
Ячмень	0-10	33,5	25,0	18,5	25,7
	10-20	15,0	26,5	23,5	21,7
	20-30	8,5	3,5	20,0	10,7
	0-30	19,0	18,3	20,7	19,3

На момент уборки озимой пшеницы показатель водопрочности заметно улучшался по сравнению с фазой весеннего кушения.

Наиболее благоприятное влияние на водопрочность в среднем по изучаемым почвенным фракциям оказал предшественник ячмень, сорт пшеницы Майская юбилейная (21,5%) и предшественник горох, сорт пшеницы Альмера (20,7%).



По всем предшественникам, фракции 7-10 (сорт Майская юбилейная) и 5-7 (сорт Альмера) отличаются наибольшей устойчивостью к воздействию воды.

Лучшая водопрочность отмечена в слоях 10-20см по сорту Майская юбилейная и 0-10см по сорту Альмера.

По классификации И.В. Кузнецовой, как удовлетворительную (30-40%) можно оценить водопрочность в слое 0-10 см, предшественник горох сорт Альмера. Как недостаточно удовлетворительную (20-30%) в слое 0-10 см предшественник ячмень по двум сортам. Как неудовлетворительную (10-20%) в остальных вариантах опыта (таблица 6).

Как видно из проведенных выше опытов, каждая полевая культура оказывает не одинаковое влияние на агрофизические свойства почвы. В результате этого создаются различные условия для возделывания последующей культуры. Урожайность культур является основным показателем, характеризующим эффективность применения тех или иных способов возделывания, свойств почвы, условий произрастания.

**Таблица 7 – Влияние предшественников на урожайность сортов озимой пшеницы, ц/га (2016-2017 гг.)**

Предшественники	Сорта	
	Майская Юбилейная	Альмера
	Урожайность ц/га	
Пар	51,3	48,8
Горох	49,1	50,9
Ячмень	43,0	48,0
НСР05 фактор А предшественник	4,49	
НСР05 фактор В сорт озимой пшеницы	3,67	

Как видно из таблицы 7, пар и горох в качестве предшественников озимой пшеницы обоих сортов являются более эффективными для получения высокой урожайности зерна, особенно у сорта озимой пшеницы Майская Юбилейная.

**Закключение.** В целом можно сделать вывод, что на структуру почвы и ее водопрочность оказывали влияние срок вегетации, предшественник озимой пшеницы, исследуемый слой почвы.

#### Библиография

1. Боровская И.Ю. Влияние систем обработки на водопрочность структуры /И.Ю. Боровская, А.В. Ширияев // Материалы международной студенческой научной конференции (25-26 марта 2014 года). – Белгород, 2014. – С. 14
2. Изменение плодородия почвы в зависимости от факторов интенсификации земледелия: монография / С.А. Линков, Л.Н. Кузнецова, А.В. Акинчин, А.В. Ширияев – Белгород: Изд-во Белгородского ГАУ, 2016. – 197 с., ил.
3. Лицуков С.Д. Изменение агрофизических показателей плодородия в зависимости от способа обработки почвы/ С.Д. Лицуков, А.В.Ширияев, Л.Н. Кузнецова //Сахарная свекла, № 2, 2016. – С. 30-33
4. Польщикова М.Н. Влияние культуры шлемника байкальского на агрофизические показатели плодородия / М.Н. Польщикова, А.В. Ширияев // Материалы международной студенческой научной конференции (7-8 февраля 2017 года). Т. 1– Белгород, 2017. – с. 32.
5. Титовская А.И. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от удобрений и предшественников / А.И. Титовская, Л.Н. Кузнецова, А.Г. Ступаков, А.В. Ширияев, И.В. Кулишова, Н.В. Ширияева //Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород, 2017. - № 3 (15).- С. 116-126.
6. Ширияев А.В. Влияние систем обработки на водопрочность структуры почвы при возделывании кукурузы на зерно / А.В. Ширияев // Вестник Курской государственной с.-х. академии. – Курск, 2014. - № 7. – С. 53-55.
7. Симашева А.О. Влияние предшественников озимой пшеницы на водопрочность структуры почвы / А.О. Симашева, А.В. Ширияев // Материалы международной студенческой научной конференции «Молодёжный аграрный форум – 2018» (20–24 марта 2018 г.). Том 2. - Белгород, 2018.- Издательство Белгородского ГАУ. – С. 16.
8. Хакимова К.К. Изменение структуры почвы под влиянием предшественников озимой пшеницы /К.К. Хакимова, А.В. Ширияев // Материалы международной студенческой научной конференции «Молодёжный аграрный форум – 2018» (20–24 марта 2018 г.). Том 2. - Белгород, 2018.- Издательство Белгородского ГАУ. – С. 24.

9. Ширяева Н.В. Изменение структуры почвы и ее водопрочности в зависимости от предшественников озимой пшеницы/ Н.В. Ширяева, А.В. Ширяев, А.О. Симашева, К.К. Хакимова // Материалы XXII международной научно-производственной конференции «Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы». (28-29 мая 2018 года). Том 1.– Майский, 2018. – С. 21-22.

#### References

1. Borovskaya I.Yu. Influence of processing systems on water resistance of structure / I.Yu. Borovskaya, A.V. Shiryayev // Proceedings of the International Student Scientific Conference (March 25-26, 2014). - Belgorod, 2014. - with. 14.
2. Change in soil fertility depending on the factors of intensification of agriculture: monograph / S.A. Linkov, L.N. Kuznetsova, A.V. Akinchin, A.V. Shiryayev - Belgorod: Publishing house of the Belgorod State University, 2016. - 197 p., Ill.
3. Litsukov S.D. Change in agrophysical indicators of fertility, depending on the method of soil cultivation / S.D. Litsukov, A.V. Shiryayev, L.N. Kuznetsova / / Sugar beet, № 2, 2016. - P. 30-33
4. Polshchikova M.N. Influence of the Baikal skullcap culture on the agrophysical indices of fertility / M.N. Polshchikova, A.V. Shiryayev // Proceedings of the International Student Scientific Conference (February 7-8, 2017). T. 1- Belgorod, 2017. - p. 32.
5. Titovskaya A.I. The productivity of winter wheat, depending on fertilizers and precursors / A.I. Titovskaya, L.N. Kuznetsova, A.G. Stupakov, A.V. Shiryayev, I.V. Kulishova, N.V. Shiryayeva // Innovations in agribusiness: problems and prospects. - Belgorod, 2017. - No. 3 (15) - P. 116-126.
6. Shiryayev A.V. Influence of processing systems on the water resistance of soil structure during the cultivation of maize for grain / A.V. Shiryayev // Bulletin of the Kursk State Farm. academy. - Kursk, 2014. - No. 7. - P. 53-55.
7. Simasheva A.O. Effect of winter wheat precursors on water resistance of soil structure / A.O. Simasheva, A.V. Shiryayev // Materials of the international student scientific conference "Youth Agrarian Forum - 2018" (March 20-24, 2018). Volume 2. - Belgorod, 2018. - Publishing house of Belgorod State University. - from. 16.
8. Khakimova K.K. Changes in soil structure under the influence of winter wheat precursors / K.K. Khakimova, A.V. Shiryayev // Materials of the international student scientific conference "Youth Agrarian Forum - 2018" (March 20-24, 2018). Volume 2. - Belgorod, 2018. - Publishing house of Belgorod State University. - from. 24.
9. Shiryayeva N.V. Changes in the structure of the soil and its water resistance, depending on the precursors of winter wheat / N.V. Shiryayeva, A.V. Shiryayev, A.O. Simasheva, K.K. Khakimova // Materials of the XXII International Scientific and Production Conference "Organic Agriculture: Problems and Perspectives". (May 28-29, 2018). Volume 1.- May, 2018. - with. 21-22.

#### Сведения об авторах

Ширяева Наталья Викторовна, аспирант кафедры земледелия, агрохимии и экологии Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина

Ширяев Александр Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия агрохимии и экологии Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, тел. +79056739117, E-mail: [shir9218@yandex.ru](mailto:shir9218@yandex.ru)

Кузнецова Лариса Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия агрохимии и экологии Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, тел. +79056727064

Ступаков Алексей Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия агрохимии и экологии Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина, тел. +9606402930

Симашева Александра Олеговна и Хакимова Карина Казибековна, студентки 42 АХП группы агрономического факультета Белгородского государственного аграрного университета имени В.Я. Горина.

#### Information about authors

Shiryayeva Natalia Viktorovna, post-graduate student of the Department of Agriculture, Agrochemistry and Ecology of Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin

Shiryayev Alexander Vladimirovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Agrochemistry and Ecology, Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin, tel. +79056739117, E-mail: [shir9218@yandex.ru](mailto:shir9218@yandex.ru)

Kuznetsova Larisa Nikolaevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture of Agrochemistry and Ecology of Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin, tel. +79056727064

Stupakov Aleksey Grigorevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agriculture of Agrochemistry and Ecology of the Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin, tel. +9606402930

Simasheva Alexandra Olegovna and Khakimova Karina Kazibekovna, students of the 42 AHP of the Agronomy Faculty of the Belgorod State Agrarian University named after V. Ya. Gorin.

## Нашим авторам

В журнале публикуются результаты открытых научных исследований в области сельскохозяйственной науки и техники, материалы о результатах инновационных разработок и проектов предприятий и фирм различных форм собственности, изобретениях; материалы конференций, выставок, конкурсов.

Содержание статей рецензируется (в соответствии с профилем журнала) на предмет актуальности темы, четкости и логичности изложения, научно-практической значимости рассматриваемой проблемы и новизны предлагаемых авторских решений.

Общий объем публикации определяется количеством печатных знаков с пробелами. Рекомендуемый диапазон значений составляет от 12 тыс. до 40 тыс. печатных знаков с пробелами (0,3 – 1,0 печатного листа). Материалы, объем которых превышает 40 тыс. знаков, могут быть также приняты к публикации после предварительного согласования с редакцией. При невозможности размещения таких материалов в рамках одной статьи, они могут публиковаться (с согласия автора) по частям, в каждом последующем (очередном) номере журнала.

Статьи должны быть оформлены на листах формата А4, шрифт – Times New Roman, кеглем (размером) – 12 пт, для оформления названий таблиц, рисунков, диаграмм, структурных схем и других иллюстраций: Times New Roman, обычный, кегль 10 пт; для примечаний и сносок: Times New Roman, обычный, кегль 10 пт. Для оформления библиографии, сведений об авторах, аннотаций и ключевых слов используется кегль 10 пт, межстрочный интервал – 1,0. Поля сверху и снизу, справа и слева – 2 см, абзац – 1,25 см (не задавать пробелами), формат – книжный. Если статья была или будет отправлена в другое издание необходимо сообщить об этом редакции.

При подготовке материалов не допускается использовать средства автоматизации документов (колонтитулы, автоматически заполняемые формы и поля, даты), которые могут повлиять на изменение форматов данных и исходных значений.

### Оформление статьи

Слева в верхнем углу с абзаца печатается УДК статьи (проверяйте корректность выбранного УДК на сайте Всероссийского института научной и технической информации – ВИНИТИ либо в сотрудничестве с библиографом учредителя журнала по тел. +7 4722 39-27-05).

Ниже, через пробел, слева с абзаца – инициалы и фамилии автора(ов), полужирным курсивом. Далее, через пробел, по-центру строки – название статьи (должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким) жирным шрифтом заглавными буквами.

Затем с красной строки приводится аннотация, оформленная в соответствии с требованиями, предъявляемыми к рефератам и аннотациям ГОСТ 7.9-95, ГОСТ 7.5-98, ГОСТ Р 7.0.4-2006, объемом 200 – 250 слов (не более 2000 знаков), с нового абзаца – ключевые слова.

Далее необходимо разместить на английском языке: название статьи, аннотацию (Abstract), ключевые слова (Keywords).

После этого через пробел – текст статьи, библиография (библиографическое описание приводится в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка») и ее вариант на английском языке (References). При составлении описаний на английском языке рекомендуется использовать международный стандарт Harvard, с учетом того, что фамилии и инициалы авторов русскоязычных источников, название статьи транслитерируются (согласно правилам Системы Библиотеки Конгресса США – LC), затем в квадратных скобках приводится перевод названия публикации, далее – ее выходные данные (на английском языке либо в транслитерации, без сокращений и аббревиатур).

Далее размещаются сведения об авторах, которые включают фамилию, имя и отчество, ученую степень, ученое звание (при наличии), занимаемую должность или профессию, место работы (учебы) – полное наименование учреждения или организации, включая структурное подразделение (кафедра, факультет, отдел, управление, департамент и пр.), и его полный почтовый адрес, контактную информацию – телефон и(или) адрес электронной почты, а также другие данные по усмотрению автора, которые будут использованы для размещения в статье журнала и на информационном сайте издательства. В коллективных работах (статьях, обзорах, исследованиях) сведения авторов приводятся в принятой ими последовательности. Затем следует англоязычный вариант информации об авторах (Information about authors).

Основной текст публикуемого материала (статьи) приводится на русском или английском языках. Текст публикуемой работы должен содержать введение, основную часть и заключение. Объем каждой из частей определяется автором. Вводная часть служит для обоснования автором цели выбранной темы, актуальности. Затем необходимо подробно изложить суть проблемы, провести анализ, обосновать выбранное решение, отразить, а также привести достаточные основания и доказательства, подтверждающие их достоверность. В заключительной части автор формулирует обобщенные выводы, основные рекомендации или предложения; прогнозы и(или) перспективы, возможности и области их использования. Для выделения наиболее важных понятий, выводов допускается полужирный шрифт и курсив. Не допускается применять подчеркивание основного текста, ссылок и примечаний, а также выделение его (окраска, затенение, подсветка) цветным маркером.

Авторский текст может сопровождаться монохромными рисунками, таблицами, схемами, фотографиями, графиками, диаграммами и другими наглядными объектами. В этом случае в тексте приводятся соответствующие ссылки на иллюстрации. Подписи к рисункам и заголовки таблиц обязательны.

Иллюстрации в виде схем, диаграмм, графиков, фотографий и иных (кроме таблиц) изображений считаются рисунками. Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Например: «Рис. 1. Получение гибридных клеток».

При подготовке таблиц разрешается только книжная ориентация таблицы. Подпись таблицы располагается над ней, по центру. Например: «Таблица 3. Стандарт породы по живой массе племенных телок».

Иллюстрации, используемые в тексте, дополнительно предоставляются в редакцию в виде отдельных файлов хорошего качества, формата TIFF (с разрешением 300 dpi) или EPS, все шрифты должны быть переведены в кривые. Исключения составляют графики, схемы и диаграммы, выполненные непосредственно в программе Word, в которой предоставляется текстовый файл, или Excel. Их дополнительно предоставлять в виде отдельных файлов не требуется.

Математические формулы следует набирать в формульном редакторе Microsoft Equation или Microsoft MathType. Формулы, набранные в других редакторах, а также выполненные в виде рисунков, не принимаются. Все обозначения величин в формулах и таблицах должны быть раскрыты в тексте.

При цитировании или использовании каких-либо положений из других работ даются ссылки на автора и источник, из которого заимствуется материал в виде отсылок, заключенных в квадратные скобки [1]. Все ссылки должны быть сведены автором в общий список (библиография), оформленный в виде затекстовых библиографических ссылок в конце статьи, где приводится полный перечень использованных источников. Использовать в статьях внутритекстовые и подстрочные библиографические ссылки не допускается.

### **Порядок представления материалов**

Авторы предоставляют в редакцию (ответственным секретарям соответствующих тематических разделов) следующие материалы:

- статью в печатном виде, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного листа, подписанную на последнем листе всеми авторами,
- статью в электронном виде, каждая статья должна быть в отдельном файле, в имени файла указывается фамилия первого автора,
- сведения об авторах (в печатном и электронном виде) – анкету автора,
- рецензию на статью, подписанную (доктором наук) и заверенную печатью,
- аспиранты предоставляют справку, подтверждающую место учебы.

При условии выполнения формальных требований к материалам на публикацию предоставленная автором рукопись статьи рецензируется согласно установленного порядка рецензирования рукописей, поступающих в редакцию журнала. Решение о целесообразности публикации после рецензирования принимается главным редактором (заместителями главного редактора), а при необходимости – редколлегией в целом. Автору не принятой к публикации рукописи редколлегия направляет мотивированный отказ.

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Адреса электронной почты ответственных секретарей тематических разделов приведены ниже.

#### **Тематический раздел «Инновационная экономика, управление предприятиями АПК и социальное развитие села»:**

Наседкина Татьяна Ивановна, д. э. н., профессор – ответственный редактор,  
Груздова Людмила Николаевна, к. э. н., доцент – ответственный секретарь,  
e-mail: [konf.econom@yandex.ru](mailto:konf.econom@yandex.ru)  
тел. +7 919 229-09-96.

#### **Тематический раздел «Инновационные технологии в агрономии»:**

Лицуков Сергей Дмитриевич, д. с.-х. н., профессор – ответственный редактор,  
Муравьев Александр Александрович, к. с.-х. н., доцент – ответственный секретарь,  
e-mail: [Aleksandr16\\_1988@mail.ru](mailto:Aleksandr16_1988@mail.ru)  
тел. +7 951 142-75-77.

#### **Тематический раздел «Агроинженерия и энергоэффективность»:**

Пастухов Александр Геннадиевич, д. т. н., профессор – ответственный редактор,  
Колесников Александр Станиславович, к. т. н., доцент – ответственный секретарь,  
e-mail: [a.c.kolesnikov@mail.ru](mailto:a.c.kolesnikov@mail.ru)  
тел. +7 908 783-88-92.

## Пример оформления статьи

УДК 633.11(470.325)

*В.В. Смирнова, Н.А. Сидельникова, И.В. Кулишова*

### ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации Текст аннотации (не менее 250 слов, 2000 знаков).

**Ключевые слова:** ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова, ключевые слова (не менее 5)

#### FORMATION OF TECHNOLOGICAL QUALITIES OF GRAIN OF THE WINTER WHEAT IN THE BELGOROD REGION

**Abstract.** Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation.

**Keywords:** keywords, keywords, keywords, keywords, keywords.

Далее излагается текст научной статьи.....  
 (текст).....  
 (текст).....  
 (текст).....

**Таблица 1 - Урожайность зерна сортов озимой пшеницы, т/га ( 2016-2017 г.г.)**


#### Библиография

Приводится список использованных литературных и других источников на русском

#### References

и на английском языках.

#### Сведения об авторах

Смирнова Виктория Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26, e-mail: [svic.belgorod@mail.ru](mailto:svic.belgorod@mail.ru)

Сидельникова Наталья Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п.Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-14-26

Кулишова Ирина Владимировна, аспирант второго года обучения кафедры земледелия, агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

#### Information about authors

Smirnova Victoria Viktorovna, candidate of agricultural sciences, associate professor of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: [svic.belgorod@mail.ru](mailto:svic.belgorod@mail.ru)

Sidelnikova Natalya Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26

Kulishova Irina Vladimirovna, graduate student of the second year of training of department of agriculture, agrochemistry and ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin», ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.

## Our reviewers

Results of open scientific researches in the field of agricultural science and equipment, materials about results of innovative development and projects of the enterprises and firms of various forms of ownership, inventions, materials of conferences, exhibitions and competitions are published in the Journal.

The contents of articles are reviewed (according to Journal's content) for topic relevance, clearness and statement logicity, the scientific and practical importance of the considered problem and novelty of the proposed author's solutions.

The total amount of the publication is decided by the amount of typographical units with interspaces. The recommended range of values makes from 12 thousand to 40 thousand typographical units with interspaces (0,3 – 1,0 printed pages). Materials which volume exceeds 40 thousand typographical units may be also accepted to the publication after preliminary agreement with editorial body. In case of impossibility of such materials replacement within one article, they may be published (with the author consent) in parts, in each subsequent (next) issue of the Journal.

Articles must be issued on sheets A4, printed type must be Times New Roman, size must be 12 pt; for registration of tables titles, drawings, charts, block diagrams and other illustrations - Times New Roman, usual, size is 10 pt; for notes and footnotes - Times New Roman, usual, size 10 pt. For registration of the bibliography, data on authors, summaries and keywords the size is 10 pt, a line spacing is 1,0. Edges above and below, right and left are 2 cm, the paragraph is 1,00 cm (without interspaces), a format is a book. If article was or will be sent to another edition it is necessary to report to our editions.

During materials preparation you may not to use an automation equipment of documents (headlines, automatically filled forms and fields, dates) which can influence change of formats of data and reference values.

## Article registration

In the left top corner from the paragraph article UDC is printed (check a correctness of the chosen UDC on the site of the All-Russian Institute of Scientific and Technical Information or in cooperation with the bibliographer of the founder of Journal by tel. +7 4722 39-27-05).

Below, after interspaces, at the left from the paragraph are full name of the author(s), semi boldface italics. Further, after interspaces, in the center of a line is article title (the name of article has to reflect the main idea of the executed research and should be as short as possible) and it prints with capital letters.

Then with a new paragraph one places a summary (issued according to requirements imposed to papers and summaries of GOST 7.9-95, GOST 7.5-98, GOST P 7.0.4-2006 of 200 – 250 words (no more than 2000 signs), from the new paragraph one provides keywords.

Further it is necessary to place in English: article title, summary (Abstract), keywords.

Next after interspaces is the text of article, the bibliography (the bibliographic description is provided according to GOST P 7.0.5-2008 "Bibliographic reference") and its option in English (References). By drawing up descriptions in English it is recommended to use the international Harvard standard taking into account that authors full name of Russian-speaking sources, article titles are transliterated (according to rules of System of Library of the Congress of the USA – LC), after that in square brackets is translation of publication title, further is given its output data (in English or transliteration, without reductions and abbreviations).

Further there are data about authors, which include a surname, a name and a middle name; academic degree, academic status (now); post or profession; a place of work (study) – full name of organization, including structural division (chair, faculty, department, management, department, etc.), and their full postal address, contact information – telephone and (or) the e-mail address, and also other data on the author's discretion which will be used for article's replacement in the Journal and on the informational website of publishing house. In collective works (articles, reviews, researches) of data of authors are brought in the sequence accepted by them. Further information about authors in English.

The main text of the published material (article) is provided in Russian or English. The text of the published work has to contain: introduction, main part and conclusion. The volume of each of parts is defined by the author. Then it is necessary to detail a problem, carry out the analysis, prove the chosen decision, and give the sufficient bases and proofs confirming ones reliability. In conclusion the author formulates the generalized conclusions, the main recommendations or offers; forecasts and(or) prospects, opportunities and their application area.

For highlighting of the most important concepts, conclusions is used the bold-face type and italics. It is not allowed to apply underlining of the main text, references and notes, and also its allocation (coloring, illumination) a color marker.

The author's text can be accompanied by monochrome drawings, tables, schemes, photos, schedules, charts and other graphic objects. In this case the corresponding references to illustrations are given in the text. Drawings titles and headings of tables are obligatory.

Illustrations in the form of schemes, charts, schedules, photos and others (except tables) images are considered as drawings. Drawing title is under it in the middle of a line. For example: "Fig. 1. Obtaining hybrid cells".

During tables preparation you can use only book orientation of the table. Table title is over it, in the center. For example: "Table 3. The breed standard in live weight of breeding heifers".

The illustrations used in the text in addition are provided in edition in the form of separate files of high quality, the TIFF format (with the resolution of 300 dpi) or EPS, all fonts have to be transferred to curves. The exception is made by the schedules, schemes and charts executed directly in the Word program in which the text file or Excel is provided. It is not required to provide them in the form of different files.

Mathematical formulas should be written in the form of Microsoft Equation or Microsoft MathType editor. The formulas, which are written in other editors and in the form of drawings, are not accepted. All designations of sizes in formulas and tables must be explained in the text.

In case of citing or using any provisions from other works one should give references to the author and a source from which material in the form of the sending concluded in square brackets [1]. All references must be listed by the author in the general list (bibliography) issued in the form of endnote bibliographic references in the end of article where the full list of the used sources is provided. Do not use intra text and interlinear bibliographic references in articles.

#### **Order of materials representation**

Authors provide the following materials in edition (responsible secretaries of the appropriate thematic sections):

– article in printed form, without hand-written inserts, on one party of a standard sheet, signed on the last sheet by all authors,

– article in electronic form, each article has to be in the different file, the surname of the original author titles the file,

– data about authors (in a printing and electronic versions) – the questionnaire of the author,

– the review of article signed (doctor of science) and certified by the press

– graduate students provide the reference confirming a study place.

On condition of implementation of formal requirements to materials for the publication the article manuscript provided by the author is reviewed according to an established order of reviewing of the manuscripts, which are coming to editorial office of the Journal. The decision on expediency of the publication after reviewing is made by the editor-in-chief (deputy chief editors), and if it is necessary by an editorial board in general. The editorial board sent to the author of the unaccepted manuscript a motivated refusal.

The payment for the manuscripts publication is not charged from graduate students.

E-mail addresses of responsible secretaries of thematic sections are given below:

#### **Thematic section “Innovative Economics, Management of Agricultural Enterprises and Social Development of the Village”:**

Nasedkina Tatyana Ivanovna, Dr. Econ. Sci., Professor – the editor-in-chief,

Gruzdova Lyudmila Nikolaevna, Cand. Econ. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: [konf.econom@yandex.ru](mailto:konf.econom@yandex.ru)

Tel. +7 919 229-09-96.

#### **Thematic section “Innovative Technologies in Agronomy”:**

Litsukov Sergey Dmitriyevich, Dr. Agric. Sci., Professor – the editor-in-chief,

Muravyov Alexander Alexandrovich, Cand. Agri. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: [Aleksandr16\\_1988@mail.ru](mailto:Aleksandr16_1988@mail.ru)

Tel. +7 952 142-75-77.

#### **Thematic section “Agricultural Engineering and Energy Efficiency”:**

Pastukhov Alexander Gennadievich, Dr. of Tech. Sci., Professor – the editor-in-chief,

Kolesnikov Alexander Stanislavovich, Cand. Tech. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: [a.c.kolesnikov@mail.ru](mailto:a.c.kolesnikov@mail.ru)

Tel. +7 908 783-88-92.

**Example of registration of article**

UDC 633.11(470.325)

*V.V. Smirnova, N.A. Sidelnikova, I.V. Kulishova*

**FORMATION OF TECHNOLOGICAL QUALITIES OF GRAIN OF THE WINTER WHEAT IN THE BELGOROD REGION**

**Abstract.** Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation Text annotation (not less than 250 words).

**Keywords:** keywords, keywords, keywords, keywords, keywords (not less than 5 keywords).

Text.....  
 .....  
 .....

**Table 1 - The breed standard in live weight of breeding sows**


**References**

1. Smirnova V.V. Vliyanie predshestvennikov na urozhajnost' sortov ozimoy pshenicy, tekhnologicheskie kachestva zerna i ih izmenenie pri hranenii: avtoreferat dis. ... kand.s.-h. nauk: 06.01.09 / Smirnova V.V.; BelGSKHA. – Belgorod, 2007. – 19 s.
2. Sidel'nikova N.A. Sovershenstvovanie intensivnykh tekhnologiy vozdeleyvaniya zernovykh kul'tur v CCHZ / N.A.Sidel'nikova, L.G.Gavrilenko // Sbornik nauchnykh trudov SKHI.-Belgorod, 1988.-111s.
3. GOST R 52554 – 2006. Pshenica. Tekhnicheskie usloviya. – Vved. 2007-07-01. – M.: Standartinform, 2006. – 13 s.

**Information about authors**

Smirnova Victoria Viktorovna, candidate of agricultural sciences, associate professor of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: svic.belgorod@mail.ru

Sidelnikova Natalya Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26

Kulishova Irina Vladimirovna, graduate student of the second year of training of department of agriculture, agrochemistry and ecology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V.Gorin» , ul.Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.