



# Инновации в АПК: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



№1 (25) 2020

# **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 1 (25)  
2020 г.**

**п. Майский  
ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ  
2020**

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

### Главный редактор

**Алейник С.Н.** к. тех. н., доцент

### 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

**Алейник С.Н.** к. тех. н., доцент (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., доцент (Россия);  
**Савченко Е.С.**, д. э. н., профессор, член-корреспондент РАН (Россия);  
**Турусов В.И.**, д. с.-х. н., профессор, академик РАН (Россия);  
**Турьянский А.В.**, д. э. н., профессор (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 рецензируемых научных журналов**, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты 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 (технические 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 деятельности) (экономические науки),

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

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

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 27.03.2020 г., дата выхода в свет – 10.04.2020 г.

Усл. п.л. 24,62. Тираж 1000 экз. Заказ № 1682 Свободная цена.

Адрес типографии: г. Белгород, пр. Б. Хмельницкого, 137, корпус 1, офис 404

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», 2020.

# **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 1 (25)**  
**2020**

**Maysky**  
**FSBEI HE Belgorod SAU**  
**2020**

## EDITORIAL STAFF

### Editor in Chief

**Aleinik S.N.**, Cand.Tech. Sci, as. prof;

### 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.; as. prof.;  
**Siolyarov O.V.**, Dr. Agr. Sci., professor;  
**Stupakov A.G.**, Dr. Agr. Sci., professor;  
**Tokar E.V.**, Dr. Econ. Sci., professor

## EDITORIAL BOARD

**Aleinik S.N.**, Cand. Tech. Sci, as. prof; – **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., associate professor (Russia);  
**Savchenko E.S.**, Dr. Econ. Sci., professor, Correspondent Member of RAS (Russia);  
**Turusov V.I.**, Dr. Agr. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);  
**Tur'ianskii A.V.**, Dr. Econ. Sci., professor (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)

Executive 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 27.03.2020, date of publication 10.04.2020.

Conventional printed sheet 24,62 Circulation 1000 copies Order № 1682 Free price

Address of printing: pr. B. Khmel'nitskogo, 137, site 1, room 404, 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», 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

### АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

<i>С.Н. Алейник, А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков</i> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ И ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКОГО НАВОЗА.....	9
<i>С.Н. Алейник, О.А. Чехунов</i> К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В СТОЙЛОВЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ КОРОВНИКОВ С ПРОЗРАЧНОЙ КРЫШЕЙ.....	28
<i>Д.Н. Бахарев</i> РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАЧЕСТВА ОТДЕЛЕНИЯ ЗЕРНА ОТ СТЕРЖНЯ ПРИ ОБМОЛОТЕ СОРТОВОЙ И ГИБРИДНОЙ КУКУРУЗЫ АКСИАЛЬНО-РОТОРНОЙ МОЛОТИЛКОЙ.....	38
<i>А.С. Брусенцов, М.И. Туманова, Н.А. Накоркешико, В.Д. Бакланский</i> АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ.....	45
<i>В.С. Бурлаков</i> ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ШЕЛКОВОДСТВА В БЕЛГОРОДСКОМ РЕГИОНЕ.....	58
<i>С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов</i> ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ МОЩНОСТИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОТЫ ДЛЯ БИОГАЗОВОГО РЕАКТОРА.....	76
<i>А.Г. Пастухов, А.Г. Минасян</i> ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ.....	84
<i>Б.З. Салманов, Н.М. Иманова, Ш.З. Агаева</i> СРАВНЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ЗАМЕНИТЕЛЯ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА.....	92
<i>Н.Ф. Скурятин, А.С. Куликов</i> ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДИСКОВОЙ СЕКЦИИ ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ.....	100
<i>Р.Ю. Соловьев, С.В. Черанев, А.В. Коломейченко, М.Е. Герасимов, В.А. Громов</i> ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ТЕХНИКИ ДРУГОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДИЗЕЛЬНЫМИ ДВС РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	109

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

<i>В.Л. Аничин, А.И. Добрунова, Н.П. Епифанцев</i> БЮДЖЕТНЫЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.....	118
<i>М.А. Баяндин, Г.Д. Баяндина, А.К. Кунафин, А.Б. Бекмурзаева</i> ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА.....	129
<i>Д.И. Жилияков</i> АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ АГРАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	137

### ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

<i>Аль Духхайбави Хаидер Халаф, С.И. Смуров, С.Н. Зюба, М.А. Куликова, А.Г. Ступаков</i> АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ.....	146
<i>А.А. Муравьев</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛИСТОВЫХ ПОДКОРМОК НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ.....	154
<i>С.В. Резвякова</i> ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОЙ ЦЕННОСТИ ИСХОДНЫХ ФОРМ ЯБЛОНИ В СЕЛЕКЦИИ НА ЗИМОСТОЙКОСТЬ.....	161
<i>В.А. Сергеева, А.А. Муравьев, И.С. Муравьева, И.И. Макаренко</i> ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА ЛЮПИНА БЕЛОГО В УСЛОВИЯХ ВОЛОКОНОВСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	165
<i>С.И. Смуров, О.В. Григоров, В.Н. Наумкин, С.Н. Ермолаев</i> ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	174
<i>А.Г. Ступаков, С.И. Смуров, Аль Духхайбави Хаидер Халаф, С.Н. Зюба, М.А. Куликова, Н.В. Ширяева</i> ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ.....	184
<b>НАШИМ АВТОРАМ.....</b>	<b>192</b>



## CONTENTS

### AGRICULTURAL ENGINEERING AND ENERGY EFFICIENCY

<i>S.N. Aleinik, A.V. Machkarin, A.V. Ryzhkov</i> THEORETICAL RESEARCHES OF PROCESSES OF PROCESSING AND INTRA ROOF APPLICATION OF LIQUID MANURE.....	9
<i>S.N. Aleinik, O.A. Chekhunov</i> ON THE ISSUE OF OPTIMIZING THE TEMPERATURE REGIME IN STABLE AREAS OF BARNs WITH A TRANSPARENT ROOF.....	28
<i>D.N. Baharev</i> RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF THE QUALITY OF GRAIN SEPARATION FROM THE COBS WHEN THRESHING VARIETAL AND HYBRID CORN IN AXIAL ROTARY THRESHER.....	38
<i>A.S. Brusentsov, M.I. Tumanova, N.A. Nakorkeshko, V.D. Baksansky</i> AUTOMATED CALCULATION OF PARAMETERS OF SOME TECHNOLOGICAL PROCESSES IN ANIMAL HUSBANDRY.....	45
<i>V.S. Burlakov</i> PROSPECTS AND OPPORTUNITIES FOR THE DEVELOPMENT OF INDUSTRY IN AGRICULTURE IN THE BELGOROD REGION.....	58
<i>S.V. Vendin, A. Yu. Mamontov</i> EVALUATION OF THE POWER QUANTITY OF ADDITIONAL HEAT SOURCES FOR A CYLINDRICAL BIOGAS REACTOR.....	76
<i>A.G. Pastukhov, A.G. Minasyan</i> POLARIZATION-OPTICAL STUDIES OF STRESS-STRAIN STATE OF BEARING UNITS.....	84
<i>B.Z. Salmanov, N.M. Imanova, Sh.Z. Agayeva</i> COMPARISON OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES IN THE PREPARATION OF WHOLE MILK SUBSTITUTE.....	92
<i>N.F. Skuryatin, A.S. Kulikov</i> ASSESSMENT OF THE QUALITY OF COMBINED GRAIN SOWING DEVELOPED BY THE SECTION OF THE SEEDER.....	100
<i>R. Yu. Soloviev, S.V. Cheranov, A.V. Kolomeichenko, M.E. Gerasimov, V.A. Gromov</i> AVAILABILITY OF THE MARKET OF AGRICULTURAL AND OTHER MACHINERY WITH RUSSIAN-MADE DIESEL ENGINES.....	109

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

<i>V.L. Anichin, A.I. Dobrunova, N.P. Epifantsev</i> BUDGETARY ASPECTS OF SUSTAINABLE RURAL DEVELOPMENT.....	118
<i>M.A. Bayandin, G.D. Bayandina, A.K. Kunafin, A.B. Bekmurzayeva</i> FOREIGN EXPERIENCE OF RURAL ENTREPRENEURSHIP DEVELOPMENT.....	129
<i>D.I. Zhilyakov</i> ANALYSIS OF EFFICIENCY AND DIRECTIONS OF PERFECTION OF STATE SUPPORT OF AGRARIAN ENTERPRISES.....	137

### INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AGRONOMY

<i>H.Kh. Al Dhuhaiabawi, S.I. Smurov, S.N. Ziuba, M.A. Kulikova, A.G. Stupakov</i> AGROCHEMICAL PROPERTIES OF TYPICAL CHERNOZEM DEPENDING ON MINERAL FERTILIZERS AND PREDECESSORS OF WINTER WHEAT.....	146
<i>A.A. Muravyev</i> EFFICIENCY OF SHEET FEEDING ON SPRING WHEAT.....	154
<i>S.V. Rezyakova</i> EVALUATION OF THE SELECTION VALUE OF THE ORIGINAL APPLE TREE FORMS IN WINTER HARDINESS SELECTION.....	161
<i>V.A. Sergeeva, A.A. Muravyev, I.S. Muravyeva, I.I. Makarenko</i> TECHNOLOGY FOR PRODUCING WHITE LUPINE GRAIN UNDER THE CONDITIONS OF VOLOKONOVSKY DISTRICT OF THE BELGOROD REGION.....	165
<i>S.I. Smurov, O.V. Grigorov, V.N. Naumkin, S.N. Ermolaev</i> THE CONTAMINATION OF CROPS AND YIELD OF SPRING BARLEY DEPENDING ON PREDECESSORS AND MINERAL FERTILIZERS.....	174
<i>A.G. Stupakov, S.I. Smurov, H.Kh. Al Dhuhaiabawi, S.N. Ziuba, M.A. Kulikova, N.V. Shiryaeva</i> PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT UNDER THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS AND PRECURSORS.....	184
<b>OUR REVIEWERS.....</b>	<b>192</b>

## АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

УДК 636.631

*С.Н. Алейник, А.В. Мачкарин, А.В. Рыжков*

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ И ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ ЖИДКОГО НАВОЗА

**Аннотация.** В статье речь идет о эффективных технологических решениях по переработке отходов животноводства и получения органических удобрений, а также способе пунктирного внесения их в почву с помощью распределителя жидких органических удобрений. Проблема утилизации отходов животноводческих комплексов является особенно актуальной и не решённой до конца в Белгородской области. В настоящее время вокруг многих животноводческих и птицеводческих предприятий скапливается большое количество навозных и пометных масс, которые при правильном решении проблемы их утилизации могут дать дополнительную прибыль и, одновременно, превратить хозяйства в практически безотходные производства. Для эффективного использования органических удобрений используют метод анаэробного сбраживания. В статье приводятся теоретические исследования процессов переработки и внутрипочвенного внесения жидкого навоза, позволяющие обосновать конструктивно-технологические параметры распределителя жидких органических удобрений, определить гидравлические потери, которые связаны с сужением отверстий, в кольцевых поворотах и зазорах. Описан процесс течения жидкого навоза в каналах кругового сечения (отверстиях) с использованием общего динамического уравнения движения вязко-пластичных сред, к которым относится и жидкий навоз. Определить величину создаваемого напора на входе в распределитель. Задаваясь требуемыми значениями можно вычислить напор, создаваемый распределителем, посчитав его составляющие по аналитическим выражениям. В зависимости от его значения предусматривать технологическую схему подачи измельченной массы в технические средства по использованию жидкого навоза, что важно для получения практических результатов.

**Ключевые слова:** жидкий навоз, органическое удобрение, биогаз, анаэробное сбраживание, распределитель.

### THEORETICAL RESEARCHES OF PROCESSES OF PROCESSING AND INTRA ROOF APPLICATION OF LIQUID MANURE

**Abstract.** The article deals with effective technological solutions for the processing of livestock waste and the production of organic fertilizers, as well as the method of dotted applying them to the soil using a liquid organic fertilizer dispenser. The problem of waste disposal of livestock complexes is particularly relevant and not fully resolved in the Belgorod region. Currently, many livestock and poultry enterprises accumulate a large number of dung and droppings, which, if properly addressed, can be used to generate additional profit and, at the same time, turn farms into virtually waste-free production. For the effective use of organic fertilizers, the method of anaerobic digestion is used. The article presents theoretical studies of the processes of processing and subsoil spreading of liquid manure, allowing to justify the design and technological parameters of the liquid organic fertilizer spreader, to determine the hydraulic losses that are associated with narrowing of the holes in ring bends and gaps. The flow of liquid manure in circular cross-section channels (holes) is described using the general dynamic equation of motion of visco-plastic media, which include liquid manure. Determine the magnitude of the created pressure at the inlet to the distributor. Given the required values, the head created by the distributor can be calculated by calculating its components using analytical expressions. Depending on its value, provide a technological scheme for feeding the crushed mass into technical means for the use of liquid manure, which is important for obtaining practical results.

**Keywords:** liquid manure, organic fertilizer, biogas, anaerobic digestion, dispenser.

Одним из направлений экономического развития общества является развитие ресурсосберегающих технологий. Такие технологии, обеспечивают производство продукции с минимально возможным потреблением топлива и других источников энергии, а также сырья, материалов, воздуха, воды и прочих ресурсов для технологических целей. Они включают в себя использование вторичных ресурсов, утилизацию отходов, а также рекуперацию энергии, замкнутую систему водообеспечения. Позволяют экономить природные ресурсы и избежать загрязнения окружающей среды. Грамотное употребление отходов от сельского хозяйства - глобальная и важная проблема в нашем мире. С одной стороны, она связана, с возможностью утилизации энергии биомассы и получением из неё жидкого и газообразного топлива (биогаза), с другой стороны способствует предотвращению загрязнения водных объектов, заражения почвенного покрова земли патогенными микроорганизмами и гельминтами, которые находятся в навозных стоках животноводческих ферм.

Проблема утилизации отходов животноводческих комплексов является особенно актуальной и не решённой в России и в Белгородской области. В настоящее время вокруг многих животноводческих и птицеводческих предприятий скапливается большое количество навозных и пометных масс, которые при правильном решении проблемы их утилизации могут дать дополнительную прибыль и, одновременно, превратить хозяйства в практически безотходные производства. А пока, функционирование крупных животноводческих, птицеводческих комплексов и ферм ставит под угрозу экологическое благополучие окружающей среды в силу отсутствия организованной работы по утилизации органических отходов. Хотя помет животных и птиц в своём составе содержат большое количество опасных веществ ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , и т.д.). В то же время навоз и птичий помет являются ценными органическими удобрениями, так как в них содержатся все необходимые для питания растений элементы, причём в благоприятном сочетании. Поэтому актуальной задачей на сегодняшний день является поиск эффективных технологических решений по переработке отходов животноводства и получения полезной энергии и органических удобрений. Из применяемых технологий в России наиболее распространённый и апробированный способ переработки отходов животноводства производство биогаза и органических удобрений методом анаэробного сбраживания. Наиболее перспективным способом внесения жидких органических удобрений является пунктирное внесение, которое исключает эмиссию азота в атмосферу [1].

Скорость и масштабы анаэробного брожения метанообразующих бактерий зависят от их метаболической активности.

На первом этапе анаэробного сбраживания органических веществ путем биохимического расщепления (гидролиза) сначала происходит разложение высокомолекулярных соединений (углеводов, жиров, белковых веществ) на низкомолекулярные органические соединения.

На втором этапе при участии кислотообразующих бактерий происходит дальнейшее разложение с образованием органических кислот и их солей, а также спиртов,  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2$ , а затем  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{NH}_3$ . Окончательное бактериальное преобразование органических веществ в  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  осуществляется на третьем этапе процесса (метановое брожение). Кроме того, из  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2$  образуется в дальнейшем дополнительное количество  $\text{CH}_4$  и  $\text{H}_2$ . Эта реакция протекает одновременно, причём метанообразующие бактерии предъявляют к условиям своего существования значительно высокие требования, чем кислотообразующие. Так, например, они нуждаются в абсолютно анаэробной среде и требуют более длительного времени для воспроизводства.

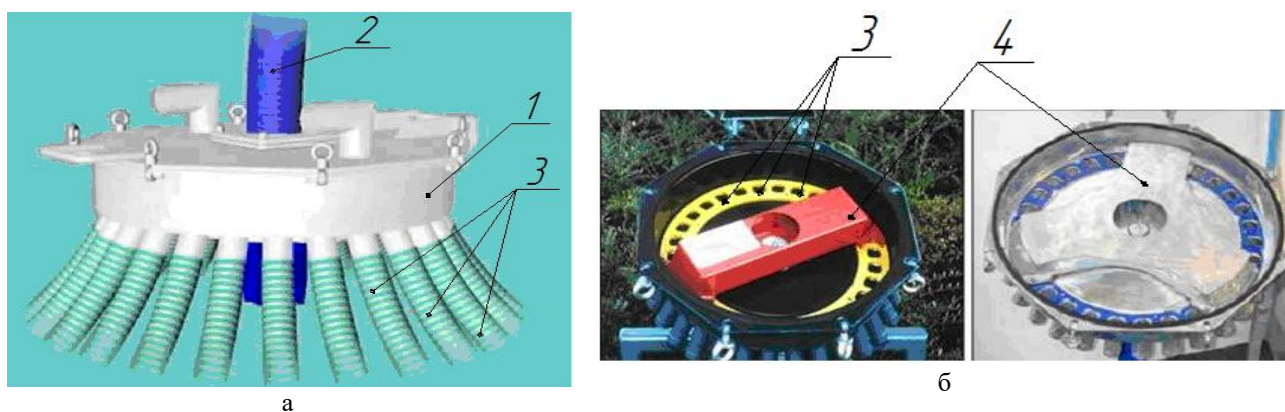
Основными факторами, влияющими на процесс брожения, являются: температура, содержание кислот РН; ингибиторы; питательные средства, состав газа; концентрация твердых частиц и состав исходного материала.

Эффективная технология переработки жидкого навоза позволят получить ценный продукт органическое удобрение, а также решат проблему загрязнения окружающей среды сырым навозом.

Основные требования по внесению жидких органических удобрений принятые Евросоюзом включают следующие пункты [2]:

- максимальное количество азота 125 - 175 кг;
- максимальное количество фосфатов 125 кг;
- внесение с минимальной эмиссией газообразного азота;
- ограничение по сезону внесения элементов питания, отказ от зимнего внесения.

Наиболее перспективным способом внесения жидких органических удобрений является пунктирное внесение, которое исключает эмиссию азота в атмосферу. Пунктирное внесение жидких органических удобрений обеспечивается распределителем (рисунок 1).



а) общий вид, б) варианты бегунка распределителя  
 1 - корпус распределителя, 2 - входной патрубок, 3 - выходные патрубки, 4 - бегунок распределителя  
**Рис. 1. Распределитель жидких органических удобрений**

Такой способ внесения и механизм его осуществления позволит предотвратить эмиссию азота в атмосферу, особенно при внесении на склонах.

Для агрегатов норма внесения жидкого навоза может быть задана массой  $Q$  м<sup>3</sup>/ч.

Обозначим число пунктов внесения жидких стоков на один га  $M$ , кг; количество жидкости при одном пункте  $E$ , л; расстояние между пунктами внесения  $b'$ , м;

Для проведения расчетов по настройке распределителя на заданную норму внесения жидких стоков необходимо знать следующие параметры:  $v$  - ширину междурядья;  $\delta$  - массу разового впрыска одной трубкой, кг;  $\rho$  - плотность жидких стоков кг/м<sup>3</sup>.

Число впрысков жидких органических удобрений в почву

$$M = \frac{10^4 \cdot E}{b \cdot b'}, \quad (1)$$

$$Q = \frac{M \cdot \delta}{10^6}. \quad (2)$$

Зная  $M$  и  $Q$  определяют число впрысков за один оборот бегунка распределителя.

$$\mu = \frac{\Pi \cdot D \cdot M \cdot v}{10^4 \cdot i \cdot \eta}, \quad (3)$$

где  $D$  - диаметр распределителя, м;

$i$  - число отверстий перекрываемое бегунком распределителя, шт;

$\eta$  - коэффициент подтекания жидкости при перекрытии бегунком.

Масса жидких органических удобрений, вносимая в почву за один оборот бегунка

$$m_o = \frac{\Pi \cdot D \cdot v \cdot Q}{10^4 \cdot i \cdot \eta}, \quad (4)$$

тогда число отверстий, перекрываемых бегунком

$$i = \frac{n_\theta}{n_k}, \quad (5)$$

где  $n_\theta$  - частота вращения бегунка, мин<sup>-1</sup>;

$n_k$  - частота вращения дисков агрегата, мин<sup>-1</sup>.

Отсюда

$$n_k = \frac{60 \cdot V \cdot \eta}{\Pi \cdot D}, \quad (6)$$

где  $V$  - скорость движения агрегата, м/с.

Зная  $m_o$  определим объем жидких органических удобрений, вносимых за один оборот бегунка распределителя

$$V_o = \frac{\Pi \cdot D \cdot v \cdot Q}{10^4 \cdot i \cdot \eta \cdot \rho}. \quad (7)$$

Если норма внесения задана числом пунктиров  $M$ , то

$$V_o = \frac{\Pi \cdot D \cdot \nu \cdot M \cdot \delta}{10^4 \cdot i \cdot \eta \cdot \rho}. \quad (8)$$

Объем жидких навозных стоков вносимый за один оборот бегунка распределителя, определяют через конструктивные параметры распределителя

$$V = d_p [f_{жс} \cdot z + \Pi(d_k + C) \cdot C], \quad (9)$$

где  $V$  - объем жидких навозных стоков,  $m^3$ ;

$d_p$  - диаметр выходного отверстия распределителя, м;

$f_{жс}$  - площадь одного отверстия распределителя,  $m^2$ ;

$z$  - число отверстий на распределителе, шт.;

$d_k$  - диаметр расположения отверстий распределителя, м;

$C$  - площадь поперечного сечения распределителя,  $m^2$ .

Диаметр выходного отверстия распределителя  $d_p$ , м,

$$d_p = \frac{\Pi \cdot D \cdot \nu \cdot Q}{10^4 \cdot i \cdot \eta \cdot \rho [f_{жс} \cdot z + \Pi(d_k + C) \cdot C]} = \frac{Q}{i} \cdot A. \quad (10)$$

Площадь всех выходных отверстий распределителя  $A$ ,  $m^2$ ,

$$A = \frac{\Pi \cdot D \cdot \nu \cdot Q}{10^4 \cdot \eta \cdot \rho [f_{жс} \cdot z + \Pi(d_k + C) \cdot C]}. \quad (11)$$

Для агрегатов внесения жидких навозных стоков в почву важно также установить места их заправки. В этом случае необходимо знать путь  $L$  агрегата, который он может пройти с одной полной заправкой. Для агрегата путь определили по зависимости [3]

$$L = \frac{W \cdot k \cdot 10^4 \rho}{Q \cdot B}, \quad (12)$$

где  $W$  - объем цистерны,  $m^3$ ;

$k$  - коэффициент заполнения;

$Q$  - норма внесения жидких навозных стоков кг/га;

$B$  - ширина захвата агрегата, м.

Отклонение от нормы выдачи  $\Delta b$ , кг,

$$\Delta b = \frac{b' - b}{b'} \cdot 100. \quad (13)$$

Представленная методика расчета параметров агрегата, обеспечивает конструктивную разработку распределителей для агрегатов внесения жидких стоков.

Теория процесса распределения включает довольно обширный круг вопросов связанных с изысканием путей и возможностей совершенствования существующих и создания принципиально новых способов распределения конструкций, технических средств, для осуществления этих способов. Основная задача теории - опираясь на точные, конкретные представления о сущности явлений, происходящих в рабочих органах машин, дать взаимосвязь между энергетическими затратами, конструктивными параметрами и качественными показателями процесса, выявить те основные величины, характеризующие процесс, изменяя которые можно поддерживать протекание процесса в оптимальных условиях, указать пути снижения энергоемкости, износа рабочих органов, металлоемкости агрегатов.

Основная цель распределения – получить одинаковые направление потоков жидких навозных стоков.

Одной из задач расчета агрегатов подобного типа является определение гидравлических потерь, обусловленных прохождением жидкого навоза в кольцевых каналах, поворотах и отверстиях.

Технологическая схема использования распределителя предусматривает подачу навоза с помощью насоса, развиваемого определенное давление (напор). В этом случае величину

теоретического напора определяем, как разницу между давлением (напором)  $H$  на входе в распределитель и величиной гидравлических потерь ЛН при движении массы через распределитель, т. е.

$$H_T = H - ДН, \quad (14)$$

где  $H_T$  - теоретический напор в распределителе, м;

$H$  - напор на входе в распределитель, м;

$ДН$  - потери напора в распределителе, м.

Величина потерь напора в распределителе определяется как формой и размерами конструктивных элементов в отдельности, так и их сочетанием. Определение абсолютной величины потерь в распределителе задача довольно сложная ввиду многообразия процессов, происходящих в распределителе. В связи с этим нами произведено расчленение общих потерь на их составляю. Такое расчленение вполне допустимо. В общем случае потери напора в распределителе складываются из потерь, связанных с сужением потока при входе на рабочее водило (потери на удар), потерь при прохождении массы в кольцевых поворотах, потерь при прохождении массы в кольцевых каналах между вращающимся рабочим водилом и корпусом диска, потерь при движении массы в отверстиях рабочего диска т. е.

$$\Delta H = \Delta H_y + \Delta H_{II} + H_K + \Delta H_O, \quad (15)$$

где  $\Delta H$  - общие потери напора в распределителе, м,

$\Delta H_y$  - потери, связанные с сужением потока при входе в отверстия рабочего диска, м;

$\Delta H_{II}$  - потери напора при движении массы в кольцевых поворотах, м;

$\Delta H_K$  - потери на трение в кольцевых зазорах между рабочим диском и корпусом распределителя, м;

$\Delta H_O$  - потери при движении массы в отверстиях распределителя, м.

Для выявления общих закономерностей рассмотрим характер изменения площади проходного сечения отверстий распределителя.

При работе распределителя можно выделить три основных момента рисунок 2:

I - момент начала открытия отверстий;

II - момент полного открытия отверстий;

III - момент закрытия отверстий.

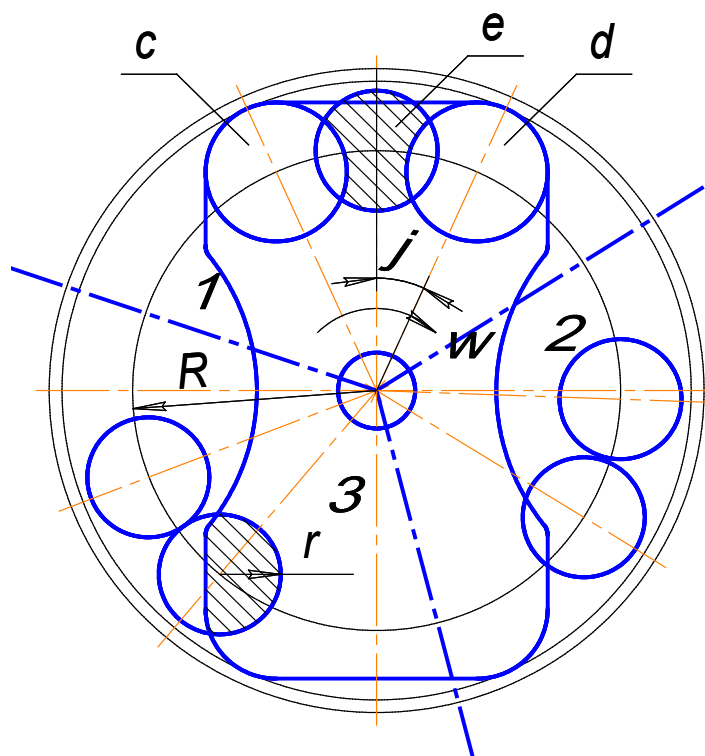
Рассмотрим момент начала открытия отверстий рисунок 3. Переменная площадь проходного сечения отверстий меняется от  $S_{\min}$  т. е. начало открытия до  $S_{\max} = \pi r^2$ , когда отверстия полностью открыты. Переменная площадь определяется выражением:

$$S^n = S^e - S^\Delta, \quad (16)$$

где  $S^n$  - переменная площадь, м<sup>2</sup>;

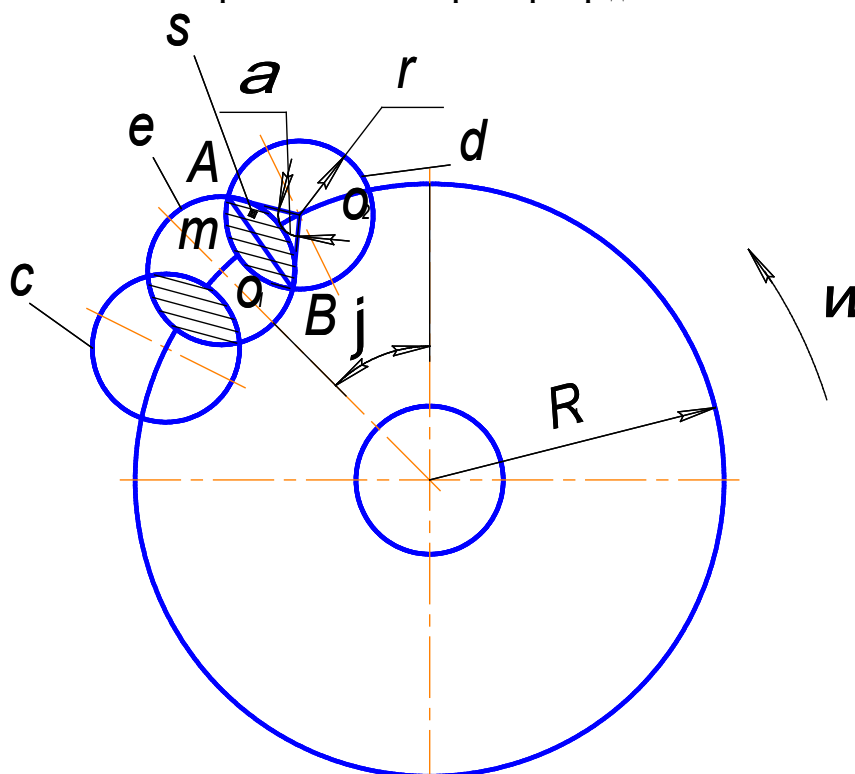
$S^e$  - площадь сектора  $O_2B mA$ , м<sup>2</sup>;

$S^\Delta$  - площадь треугольника  $ABO$ , м<sup>2</sup>.



I - момент начала открытия отверстий; II - момент полного открытия отверстий; III- момент начала закрытия отверстий; e- отверстие в бегунке; c, d – отверстия в корпусе распределителя;  $\omega$  - угловая скорость бегунка;  $\varphi$  - угол между отверстиями; R - радиус расположения отверстий

Рис. 2. Схема расположения отверстий распределителя



c, d – отверстия в корпусе распределителя, e- отверстие в бегунке; S- площадь проходного сечения отверстий; r- радиус отверстий;  $\alpha$ - угол сектора;  $\varphi$ - угол между радиусами ограничивающими площадь сектора; R - радиус расположения отверстий

Рис. 3. Схема расположения отверстий распределителя в момент открытия

Площадь сектора  $O_2BmA$ :

$$S = \frac{r^2 \alpha}{2}, \tag{17}$$

где  $r$  - радиус отверстий, м;  
 $\alpha$  - угол сектора, град.

Выразим угол  $\alpha$  через конструктивный параметр распределителя  $y_0$

$$\frac{y_0}{2r} = \text{Cos} \frac{\alpha}{2} \quad \text{отсюда} \quad \frac{\alpha}{2} = \text{arc} \frac{y_0}{2r} \quad \text{или} \quad \alpha = 2 \text{arcCos} \frac{y_0}{2r} \tag{18}$$

где  $y_0$  - конструктивный параметр, м;

$r$  - расстояние между центрами отверстий, м;

$\alpha$  - угол между радиусами, ограничивающими площадь сектора, град.

Подставив (18) в (17) получим:

$$S^c = r^2 \arccos \frac{y_0}{2r}. \tag{19}$$

Площадь треугольника  $ABO^2$

$$S_{\Delta} = \frac{1}{2} AB \frac{y_0}{2}, \quad AB = 2\sqrt{r^2 - (\frac{y_0}{2})^2} \quad \text{или} \quad S_{\Delta} = \frac{y_0}{2} \sqrt{r^2 - (\frac{y_0}{2})^2}. \tag{20}$$

Подставив (19 и 20) в выражение (16) получим:

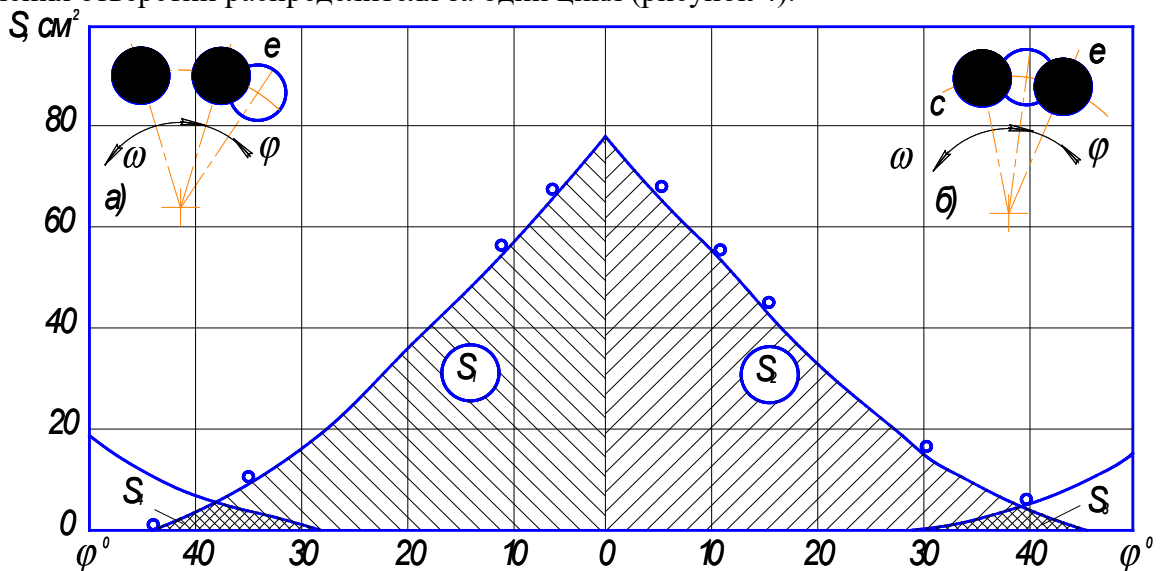
$$2 S^n = 2 \left[ r^2 \arccos \frac{y_0}{2r} - \frac{y_0}{2} \sqrt{r^2 - (\frac{y_0}{2})^2} \right]. \tag{21}$$

Выразим  $y_0$  через  $\varphi$   $y_0 = 2R_1 \text{Sin} \frac{\varphi}{2}$ .

Окончательно имеем:

$$S_n = [r^2 \arccos(\frac{R_1}{r} \sin \frac{\varphi}{2}) - R_1 \sin \frac{\varphi}{2} \sqrt{r^2 - (R_1 \sin \frac{\varphi}{2})^2}]. \tag{22}$$

Задаваясь значениями угла  $\varphi$  (таблица 1), который при выбранных конструктивных параметрах  $r$  и  $R_1$  изменяется от 0 до  $45^\circ$ , построена диаграмма изменения площади проходного сечения отверстий распределителя за один цикл (рисунок 4).



$S_1, S_2$  - площади от начала открытия отверстий до закрытия;  $S_3, S_4$  - площади образованные смежными отверстиями разносчика и направляющих колец; е-отверстие направляющей; с, d –отверстия разносчика, а - момент открытия; б - момент закрытия отверстий.

Рис. 4. Диаграмма изменения площади сечения отверстий распределителя за один цикл



**Таблица 1 - Значение площади проходного сечения отверстий в зависимости от угла поворота разносчика**

$\varphi$ , град	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
$S, \text{см}^2$	78,5	67,19	56,05	45,31	34,86	33,38	16,78	8,57	3,40	0

Закономерность изменения проходного сечения отверстий распределителя определяется геометрическими размерами: радиусами отверстий, радиусом расположения отверстий и углом их расположения по окружности [4]. Причем геометрическое расположение отверстий таково, что полного перекрытия отверстий не происходит. На диаграмме это площади  $S_3$  и  $S_4$  образованные смежными отверстиями диска, разница в открытии которых составляет  $15^\circ$ , что исключает их полное перекрытие и возникновение гидравлического удара потока. Изменение площади проходного сечения отверстий происходит циклично с частотой:

$$f = \frac{nz}{60}, \tag{23}$$

где  $n$  - частота вращения диска,  $\text{с}^{-1}$ ;

$z$  - число отверстий в диске и на корпусе, шт.

Поэтому при расчетах целесообразно пользоваться осредненной площадью проходного сечения.

Проинтегрируем выражение (23) приведя его к виду:

$$S = 2r^2 \int \left[ \arccos\left(\frac{R_1}{r} \sin \frac{\varphi}{2}\right) - \frac{R_1}{r} \sin \frac{\varphi}{2} \sqrt{1 - \left(\frac{R_1}{r} \sin \frac{\varphi}{2}\right)^2} \right] d\varphi. \tag{24}$$

Для упрощения интегрирования введем обозначения:

$$\frac{r}{R_1} = k, \quad \alpha = \frac{k}{0.495}, \quad \sin \frac{\varphi}{2} = 0.495 \quad \text{при} \quad 0 \leq \varphi \leq \arcsin \frac{r}{R_1}.$$

В соответствии с принятыми обозначениями имеем:

$$\begin{aligned} S &= 2r^2 \int_0^\varphi \left( \arccos \frac{\varphi}{a} - \frac{\varphi}{a^2} \sqrt{a^2 - \varphi^2} \right) dx = \\ &= 2r^2 \left[ \varphi \arccos \frac{\varphi}{a} - \sqrt{a^2 - \varphi^2} + \frac{1}{3a^2} \sqrt{(a^2 - \varphi^2)^3} \right]_0^\varphi = \\ &= 2r^2 \left[ \varphi \arccos\left(\frac{R_1}{r} \sin \frac{\varphi}{2}\right) - a \sqrt{1 - \left(\frac{R_1}{r} \sin \frac{\varphi}{2}\right)^2} + \frac{1}{3a^2} \sqrt{1 - \left(\frac{R_1}{r} \sin \frac{\varphi}{2}\right)^2}^3 \right]. \end{aligned} \tag{25}$$

После постановки пределов изменения и соответствующих преобразований получим:

$$S = \frac{4}{3} ar^2, \quad S_n = \frac{2sn}{2\pi} \quad \text{или} \quad S_n = 0.857n \frac{r^3}{R_1}, \tag{26}$$

где  $n$  - число отверстий, шт.;

$R$  - радиус отверстий, м;

$R_1$  - радиус расположения отверстий, м.

Потери связанные с сужением потока при входе в отверстия рабочего диска определяем по формуле:

$$\Delta H_y = \xi_m \frac{V^2}{2g}, \tag{27}$$

где  $\xi_m$  - коэффициент местного сопротивления;

$V$  - средняя скорость в отверстии рабочего диска, м/с;

$g$  - ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ .

Значение коэффициента местного сопротивления зависит от конфигурации местного сопротивления и режима потока, подходящего к сопротивлению. Режим этот определяется коэффициентом гидравлического трения  $\lambda$ , т.е. числом Рейнольдса и относительной шероховатостью. При сужении трубопровода, что имеет место в данном случае, поскольку для расчетов мы берем осредненную площадь проходного сечения отверстий распределителя, которая меньше площади подводящего трубопровода, коэффициент местного сопротивления может быть определен по формуле.

$$\xi_m = \left(\frac{1}{\xi_c} - 1\right)^2, \quad (28)$$

где  $\xi_c$  - коэффициент сжатия струи, представляющий собой отношение площади сечения сжатой струи в отверстии  $S_{сж}$  к площади сечения отверстия  $S_{отв}$ , т.е.

$$\xi_c = \frac{S_{сж}}{S_{отв}}. \quad (29)$$

Коэффициент  $\xi_c$  зависит от степени сжатия потока:

$$K = \frac{S_{отв}}{S_s}, \quad (30)$$

где  $S_s$  - осредненная площадь сечения подходящего потока, м<sup>2</sup>.

На основании многочисленных экспериментальных исследований предложена эмпирическая формула для определения  $\xi_c$ .

$$\xi_c = 0,57 + \frac{0,043}{1,1 - K} \quad (31)$$

Значение  $\xi_c$ , определенные по выражению, приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Значения  $\xi_c$  в зависимости от степени сжатия потока

K	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\xi_c$	0,609	0,613	0,618	0,623	0,631	0,642	0,656	0,678	0,713	0,785	1

Скорость потока в отверстиях распределителя:

$$V = \frac{Q}{S_s}, \quad (32)$$

где  $Q$  - расход (подача) массы, кг;

$S_s$  - осредненная площадь проходного сечения отверстий распределителя, м<sup>2</sup>:

$$S_s = 0,857n \frac{r^3}{R_1}. \quad (33)$$

Подставляя (28, 29) в (32) получим:

$$\Delta H_\gamma = \xi_m \frac{Q^2}{2g(0,857nr^3 / R_1)^2}. \quad (34)$$

Гидравлические потери в кольцевых поворотах определяем по формуле

$$\Delta H_n = n \xi_{180} \frac{V^2}{2g}, \quad (35)$$

где  $n$  - число кольцевых поворотов;

$\xi_{180}$  - коэффициент местного сопротивления при плавном повороте на  $180^\circ$ .

Коэффициент  $\xi_{180}$  рекомендуется находить по формуле:

$$\xi_{180} = \xi_{90} \alpha, \quad (36)$$

где  $\alpha$  - параметр зависящий от центрального угла поворота трубы,  $\alpha = 1,33$ .

Коэффициент  $\xi_{90}$  определяется по формуле:

$$\xi_{90} = [0,2 + 0,001(100 \cdot \lambda)^8] \sqrt{d/R_2} \quad (37)$$

где  $\lambda$  - коэффициент гидравлического трения;

$d$  - диаметр трубопровода кольцевых поворотов, м;

$R_2$  - радиус закругления кольцевых поворотов, м.

Коэффициент гидравлического трения учитывает влияние на потери физико-механических и реологических свойств массы, состояние стенок трубопровода, характер течения турбулентный или ламинарный [5]. При ламинарном течении коэффициент гидравлического трения определяют по формуле Пуазейля:

$$\lambda = \frac{64}{R_e}, \quad (38)$$

где  $R_e$  - число Рейнольдса.

При турбулентном движении жидкости в трубопроводах круглого сечения коэффициент гидравлического трения зависит от числа Рейнольдса и относительной шероховатости:

$$\lambda = f\left(R_e; \frac{K_s}{d}\right), \quad (39)$$

где  $K_s$  - эквивалентная равномерно-зернистая абсолютная шероховатость, мкм;

$d$  - диаметр трубопровода, м.

Для определения коэффициента гидравлического трения при турбулентном движении в напорных трубопроводах предложен ряд формул.

Формула А.Д. Альтшуля:

$$\lambda = 0,11(d + 68/R_e)^{0,25}. \quad (40)$$

Формула В.А. Шифринсона:

$$\lambda = 0,11(K_s/d)^{0,25}. \quad (41)$$

Формула Прандтля-Никурадзе:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2,3 \lg \operatorname{Re}^{\sqrt{\lambda-0,8}}. \quad (42)$$

Формула Колбрука:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2,3 \lg \left( \frac{2,5}{\operatorname{Re} \sqrt{\lambda}} + \frac{K_s}{3,7d} \right). \quad (43)$$

Первые две справедливы для так называемых вполне шероховатых труб, сопротивление которых зависит от числа Рейнольдса. Формулы (42, 43) сложны, поскольку для определения коэффициента гидравлического трения требуются сложные методы последовательных вычислений. Практическое применение получила формула Блазиуса:

$$\lambda = \frac{0,316}{\operatorname{Re}^{0,25}}. \quad (44)$$

Относительно навозных масс, строгой аналитической зависимости определения коэффициента гидравлического трения в настоящее время не существует. Поэтому, как правило, коэффициент гидравлического трения находят опытным путем. Данные эти носят эмпи-

рический характер и довольно разнообразны и противоречивы [6,7]. Поэтому при расчете трудно отдать предпочтение, какому-либо из них, поскольку они приемлемы для конкретных условий, в которых были получены, т.е. для навоза определенного вида, влажности и фракционного состава. Анализ этих эмпирических зависимостей показывает, что хотя предложенные формулы имеют различные значения входящих в них коэффициентов для них справедливы зависимости. Однако вместо числа Рейнольдса в формулах (43, 44) используют обобщенный параметр Рейнольдса, учитывающий вязкопластичные свойства перекачиваемого материала и определяемый выражением:

$$Re^* = \frac{1}{\frac{\mu}{\rho} + \frac{\tau_0}{6\rho V^2}}, \quad (45)$$

где  $\mu$  - динамический коэффициент вязкости;

$\rho$  - плотность массы, кг/м<sup>3</sup>;

$\tau$  - касательное напряжение сдвига, Н/м<sup>2</sup>.

Для неньютоновских жидкостей, к которым относится жидкий навоз, так называемых аномальных жидкостей, справедлив закон Шведова-Бингама:

$$\tau = \tau_0 + \mu \frac{dV}{dr}, \quad (46)$$

где  $\frac{dV}{dr}$  - градиент скорости.

В ряде работ показано, что с повышением влажности навоза величина  $\tau_0$  уменьшается и при структурно-ламинарном движении, когда масса характеризуется полностью разрушенной структурой  $\tau_0 = 0$ . В этом случае для описания закона движения жидкого навоза вместо модели Шведова-Бингама можно использовать модель Ньютона:

$$\tau = \mu \frac{dV}{dr}, \quad (47)$$

т.е. обобщенный параметр Рейнольдса можно заменить обычным числом Рейнольдса:

$$Re = \frac{Vd\rho}{\mu}. \quad (48)$$

В таблице 3 для сравнения приведены значения  $\lambda$  вычисленные по формуле (47, 48) с использованием числа Рейнольдса обобщенного параметра Рейнольса.

Таблица 3 - Значение коэффициента  $\lambda$  для Re и Re\*

W, %	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\mu$ , Па·с	$\tau_0$ , Па	Re	Re*	$\lambda = \frac{64}{Re}$	$\lambda = \frac{64}{Re^*}$
Навоз крупного рогатого скота V = 1,358 м/с, d = 150мм							
89	1140	0,80	32,0	290	167,5	0,220	0,382
93	1020	0,210	2,1	988	840	0,0647	0,0761
97	1012	0,051	-	4120	4120	0,0155	0,0155
99	1005	0,010	-	20459	20450	0,00312	0,0312
Навоз свиной V = 1,358 м/с, d = 150мм							
89	1250	0,40	25	610	284	0,104	0,255
93	1030	0,150	11,5	1397	1182	0,0458	0,0541
97	1008	0,020	-	10260	10260	0,00623	0,00623
99	1002	0,020	-	10199	10199	0,00627	0,00627

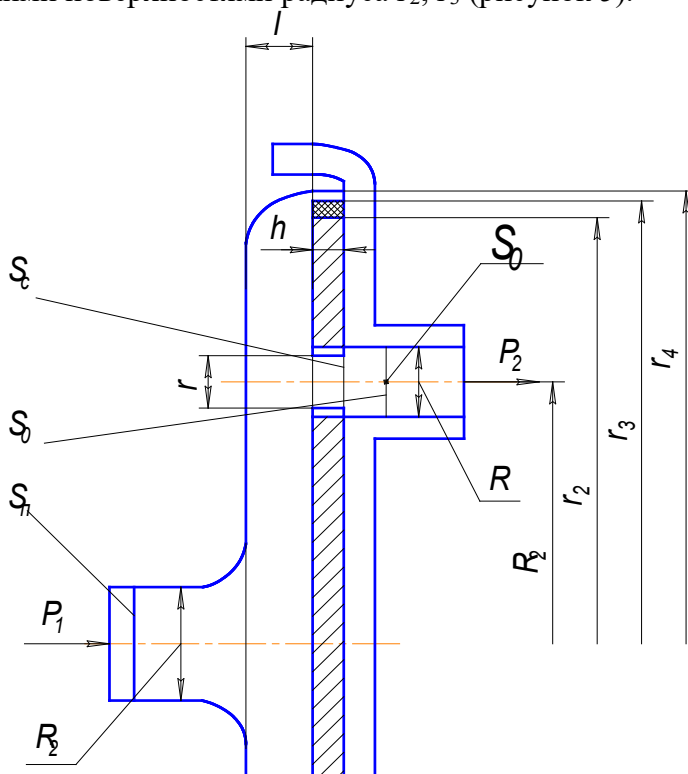
Подставляя (48, 47) в (46) получим:

$$\Delta H = n\alpha [0,2 + 0,001(100\lambda)^8] \sqrt{\frac{d}{R_2}} \cdot \frac{V^2}{2g}. \quad (49)$$

Учитывая, что  $V = \frac{Q}{\pi r^2}$  окончательно имеем:

$$\Delta H_n = \pi\alpha \sqrt{\frac{d}{R_2}} [0,2 + 0,001(100\lambda)^8] \frac{Q^2}{2g(\pi r^2)^2}. \quad (50)$$

Потери на трение в кольцевых зазорах между рабочим диском и корпусом распределителя определяем аналогично зависимостям «трубной» гидравлики. Подобный опыт по определению потерь в криволинейных и вращающихся каналах с использованием основных закономерностей «трубной» гидравлики успешно применялся рядом исследователей. Движение массы в кольцевых зазорах носят сложный характер. Потери на трение обусловлены, прежде всего, трением диска о боковые грани кольцевых каналов. Частицы массы, непосредственно прилегающие к боковым поверхностям диска и корпуса, увлекаются ими во вращательное движение и под действием центробежных сил отбрасываются к периферии направляющей поверхности корпуса, где также теряется энергия за счет потерь на трение о неподвижную поверхность корпуса. Вследствие того, что толщина ребер диска мала в сравнении с их диаметром, трением торцевых частей диска о внутреннюю поверхность цилиндрического корпуса пренебрегаем, поэтому рассмотрим трение боковых граней дисков о боковую поверхность кольцевых каналов. Выделим между неподвижной боковой поверхностью кольцевого паза к торцам подвижного ножа элементарный цилиндрический слой толщиной  $h$  ограниченный цилиндрическими поверхностями радиуса  $r_2, r_3$  (рисунок 5).



$P_1, P_2$  - давление на входе и выходе распределителя;  $S_0$  - площадь отверстий;  $S_c$  - площадь сжатой струи;  $S_k$  - площадь подходящего потока;  $R_1$  - радиус расположения отверстий;  $r$  - радиус отверстий;  $r_2, r_3$  - радиус выделенных элементарного слоя;  $r_4$  - радиус разносчика;  $R_2$  - радиус подвода жидкости;  $h$  - толщина слоя;  $l$  - длина консоли;  $R$  - радиус трубопровода;

**Рис. 5. Схема к расчету гидравлических потерь в распределителе**

В соответствии с уравнением моментов количества движения имеем:

$$M = \int_v V_u r \rho V_r dV, \quad (51)$$

где  $M$  - момент внешних сил, действующий на выделенный слой, Н·м;

$V_u$  - поверхность выделенного слоя, м;

$V_r$  - окружная составляющая абсолютной скорости, м/с;

$V_r$  - радиальная составляющая абсолютной скорости, м/с;

$\rho$  - плотность навоза, кг/м<sup>3</sup>.

Поверхность выделенного слоя ограничена четырьмя элементами: элементом поверхности стенки корпуса  $V_k$ , элементом поверхности диска  $V_d$ , а также двумя контрольными цилиндрическими поверхностями  $V_{r1}$  и  $V_{r2}$ . Поскольку нормальные составляющие скоростей по обтекаемым потокам поверхностям диска и корпуса равны нулю, можно записать:

$$M = \int_{vr3} V_u r_3 \rho V_r dV - \int_{vr2} V_u r_2 V_r dV. \quad (52)$$

При установившемся режиме работы окружные составляющие скорости  $U_{\text{ц}}$  в средней части потока имеют почти постоянное значение, опускаясь до нуля у стенки корпуса и достигая окружной скорости  $U = \omega r$  у стенки диска вынося за знак интеграла среднее значение скорости  $V_u$  будем иметь:

$$M = V_u r_3 \rho \int_{vr2} V_r dV - V_u r_2 \rho \int_{vr3} V_r dV. \quad (53)$$

Выражение под интегралом есть не что иное как расход  $g$  через зазор  $h$ . С учетом уравнения неразрывности:

$$\int_{vr2} V_r dV = \int_{vr3} V_r dV = g, \quad (54)$$

можно записать:

$$M = \rho g [(V_u r)_{r3} \cdot (V_u r)_{r2}] = \rho g \Delta_{r3-r2} (V_u r). \quad (55)$$

Выделенный элементарный слой, как указывалось ранее, ограничен четырьмя поверхностями. По каждой из этих поверхностей действует соответствующие моменты: момент трения о боковую поверхность диска  $M_d$ , тормозящий момент трения о стенки корпуса  $M_k$ , а также моменты трения по контрольным сечениям потока  $M_{r2}$  и  $M_{r3}$  т.е.

$$M = M_d + M_k + M_{r2} + M_{r3}. \quad (56)$$

Моменты трения  $M_{r2}$  и  $M_{r3}$  по контрольным сечениям малы по сравнению с моментами трения о стенки диска и корпуса внутри потока и ими можно пренебречь.

Выражение (55) с учетом уравнения (56) принимает вид:

$$M_d - M_k = \rho g \Delta_{r3-r2} (V_u r). \quad (57)$$

Момент трения о неподвижную стенку на радиусе  $r$  выразим через касательное напряжение:

$$M = r V r = r V_n C_v \rho \frac{V^2}{2}, \quad (58)$$

где  $\tau$  - касательное напряжение Н/м<sup>2</sup>;

$C_v$ - коэффициент трения;

$V_n$ - размер поверхности, м;

$V$ - скорость по отношению к поверхности в направлении перемещения, м/с.

С учетом выражения (58) момент трения о диск и корпус будет иметь следующий вид:

$$M_d = r 2 \pi r \Delta r C_v \rho \frac{(U - V_u)^2}{2}, \quad (59)$$

$$M_k = r 2 \pi r \Delta r C_v \rho \frac{V_u^2}{2}, \quad (60)$$

где  $V_n = 2 \pi r \Delta r$  размер поверхности, м

Подставляя (59) в выражение (60) получим:

$$r 2 \pi r \Delta r C_v \rho \frac{(U - V_k)^2}{2} - r 2 \pi r \Delta r C_v \rho \frac{V_u^2}{2} = \pi r 2 C_v [(U - V_k)^2 - V_u^2] \Delta r = g \Delta_{r3-r2} (V_u r). \quad (61)$$

Поскольку величина выделенного элементарного слоя  $h$  мала и учитывая, что жидкий навоз относится к вязко-пластичным средам в первом приближении можно принять, что расход  $q$  через зазор  $h$  незначителен, т.е  $g=0$  тогда будем иметь:

$$(UV_u)^2 - V_u^2 = 0, \tag{62}$$

откуда

$$V_u = 0,5U. \tag{63}$$

Равенство (63) показывает, что жидкий навоз в кольцевом зазоре движется как твердое тело со скоростью равной половине угловой скорости диска. Учитывая это положение применим основные положения гидродинамики:

$$\frac{dV}{dt} + grad\left(\frac{V^2}{2}\right) + rotV \cdot V = F - \frac{1}{\rho} gradP. \tag{64}$$

В условиях относительного покоя жидкости в цилиндрической системе координат будем иметь:

$$F_r \frac{1}{\rho} \frac{dP}{dz} = 0, \frac{1}{\rho} \frac{dP}{rd\theta} = 0, \frac{1}{\rho} \frac{dP}{dz} = 0. \tag{65}$$

Учитывая, что производные от скорости

$$\frac{dV}{dr} = 0, \frac{dV_\theta}{rd_\theta} = 0, \frac{dV_z}{dz} = 0, \tag{66}$$

а массовая сила равна центробежной получим:

$$\frac{dP}{dr} = F_c = c\omega_m^2 r, \tag{67}$$

где  $F_c$  - центробежная сила, Н;

$\rho$  - плотность массы, кг/м<sup>3</sup>;

$\omega_m$  - угловая скорость вращения массы, рад/с;

$r$  - текущий радиус, м.

Принимая давление  $P_2$  на выходе известным и проинтегрировав выражение (67) получим давление на любом радиусе  $r$ :

$$P_1 - P_2 = \int_{r_2}^{r_3} \rho\omega_m^2 r dr = \rho\omega_m^2 \frac{r_3^2 - r_2^2}{2}. \tag{68}$$

Из (68) имеем:

$$\omega_m = 0,5\omega. \tag{69}$$

Подставив (69) в (68) и поделив на  $\gamma = \rho g$  получим:

$$\frac{P_2 - P_1}{\gamma} = \frac{P}{\gamma} = \frac{\omega^2}{4} \frac{r_3^2 - r_2^2}{2g} \text{ или}$$

$$\Delta H_k = \frac{\omega^2}{4} \frac{r_3^2 - r_2^2}{2g} = \frac{\omega^2 r_2^2}{8g} \left(\frac{r_3^2}{r_2^2} - 1\right) = \frac{u_2^2}{8g} \left(\frac{r_3^2}{r_2^2} - 1\right). \tag{70}$$

Так как зазор между торцом диска и его толщина величина сравнительно мала, то и  $U_1=U_2$ , тогда

$$\Delta H_k = \frac{u_2^2}{8g} \left(\frac{r_3^2}{r_2^2} - 1\right). \tag{71}$$

Потери на трение при движении жидкого навоза в отверстиях распределителя определяем из следующих соображений. Известно, что причиной возникновения потерь является сопротивление вязкой жидкости изменению формы. При движении вязкой жидкости поверхностная сила взаимодействия частиц со смежными ей частицами имеет составляющую, каса-

тельную к поверхности - касательное напряжение, пропорциональное скорости деформации и коэффициенту вязкости, характеризующими свойства жидкости [8].

Для описания процесса течения жидкого навоза в каналах кругового сечения (отверстиях) используем общие динамические уравнения движения вязко-пластичных сред, к которым относится и жидкий навоз. Уравнения эти имеют следующий вид:

$$\int_v a \rho dV = \frac{d}{dt} \int_v V \rho dV = \int_v F \rho dV + \int_{\Sigma} P n d\Sigma \quad (72)$$

$$\int_v [ra] \rho dV = \frac{d}{dt} \int_v [rV] \rho dV = \int_v [rF] dV + \int_{\Sigma} [rP_n] d\Sigma \quad (73)$$

$$\frac{\partial P}{\partial t} + \text{div} V = 0, \quad (74)$$

где  $V$  - объем, м<sup>3</sup>;

$a$  - вектор ускорения, м/с<sup>2</sup>;

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

$V$  - вектор скорости, м/с;

$F$  - массовая сила, Н;

$\overline{P}_u$  - поверхностная сила, Н;

$r$  - радиус вектор, м;

$\text{div} \overline{V}$  - дивергенция вектора или сумма частиц производных от проекций вектора по одноименным координатам;

$\Sigma$  - поверхность объема.

Уравнения (72 - 74) приемлемы для любых движений, в том числе и для разрывных движений, любых материальных сред произвольного движения, когда распределение характеристик движения и состояния могут изменяться скачком в объеме  $V$  и в зависимости от времени  $t$  (ударные процессы). Однако система уравнений незамкнута.

Для получения замкнутой системы уравнений необходимо иметь реологические характеристики жидкого навоза, которые определяются зависимостью компонентов тензора напряжений от компонентов тензора скоростей деформации [9].

Отсутствие достаточно достоверных реологических характеристик жидкого навоза, применяемых для любого диапазона изменения напряжений, не позволяет получать строгое уравнение их движения, поскольку границы диапазона существенно зависят от физико-механических свойств этого материала, пределы, изменения которых также довольно широки. Однако существует ряд работ в области теории движения вязко-пластичных дисперсных сред, аналогичных в первом приближении жидкому навозу, так называемых неньютоновских жидкостей, описываемых моделью Шведова-Бингама.

Однако уравнение Шведова-Бингама справедливо для простого сдвига. В случае же сложного напряженного состояния среды, что имеет место в данном случае, для описания процесса движения жидкого навоза целесообразнее применить модель Генки-Ильюшина, являющейся обобщением модели Шведова-Бингама.

В векторно-тензорной форме уравнение Генки-Ильюшина имеет следующий вид:

$$\frac{d\overline{V}}{dt} = \overline{F} - \frac{1}{\rho} \text{grad} P + \frac{1}{\rho} (\mu + \frac{\tau_0}{h_1}) \nabla^2 \overline{V} + \frac{1}{3} \text{graddiv} \overline{V} - \frac{2\tau T}{\rho h_1^2} \text{grad} hi - \frac{2}{3} \frac{\tau_0}{\rho h_1^2} \text{graddiv} \overline{V}, \quad (75)$$

$$hi = \{ (\frac{\partial V_1}{\partial y} + \frac{\partial V_y}{\partial x})^2 + (\frac{\partial V_1}{\partial z} + \frac{\partial V_z}{\partial x})^2 + (\frac{\partial V_y}{\partial z} + \frac{\partial V_z}{\partial y})^2 + 2 [ (\frac{\partial V_x}{\partial x})^2 + (\frac{\partial V_y}{\partial y})^2 + (\frac{\partial V_z}{\partial z})^2 ] \}, \quad (76)$$

где  $F$  - массовая сила, Н;

$V$  - вектор скорости, м/с;

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

$P$  - поверхностная сила, Н;



$\mu$  - коэффициент динамической вязкости,

$\tau_0$  - касательное напряжение сдвига, Н/м<sup>2</sup>;

$h_1$  - интенсивность скоростей деформации сдвига при  $div\bar{V} = 0$ ,  $T$  - тензор скоростей деформации.

Поскольку жидкий навоз относится к несжимаемым вязко-пластичным средам, то  $div\bar{V} = 0$  и для него справедливо уравнение неразрывности  $\frac{\partial V}{\partial t} + div\bar{V} = 0$ , тогда уравнение (76) будет иметь вид:

$$\frac{\partial \bar{V}}{\partial t} F - \frac{1}{\rho} grad P + \frac{1}{\rho} \left( \mu + \frac{\tau_0}{h_i} \right) \nabla^2 \bar{V} - \frac{2\tau_0 T}{\rho h_i^2} grad h_i \quad (77)$$

Уравнение (77) совместно с уравнениями (72 - 74) представляют собой систему четырех скалярных уравнений для определения четырех неизвестных: давления  $P$  и проекций вектора скорости на координатные оси  $V_x, V_y, V_z$ . Выражения (72 - 74) и (77) образуют замкнутую систему уравнений движения несжимаемой жидкости в декартовых координатах. Гидродинамическая задача сводится к математической задаче получения решений системы нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. Математическая теория таких систем разработана пока недостаточно и для них нет общей формулировки и доказательства теорем существования и единственности. Однако, для частных видов систем, описывающих определенные классы течений такие теоремы сформулированы и доказаны. Поскольку общее решение дифференциальных уравнений в частных производных содержат произвольные функции, для получения конкретных решений нужно определить эти функции. Для этого должны быть заданы начальные и граничные условия, которым удовлетворяют найденные решения. Под начальными условиями понимают заданные значения некоторых функций в начальный момент времени во всей области течения, которые должны принимать искомые функции в точках граничных поверхностей во все моменты времени [10].

Решая гидродинамическую задачу для случая течения жидкого навоза в канале кругового сечения начальные условия запишутся:

$$V_r = V_\theta = 0 \text{ и } V_z = V(r).$$

Соответствующие обозначения здесь приведены в цилиндрической системе координат, поскольку канал кругового сечения имеет форму тела вращения, описание движения массы в котором целесообразнее осуществлять в цилиндрической системе координат, в которой ось  $z$  направлена вдоль оси канала. Граничные условия,  $V_m = V_{ck}$  т.е. скорость частиц потока у стенок канала и скольжения равны. При этих допущения полная система уравнений движения жидкого навоза упростится, и в цилиндрической системе координат будет иметь следующий вид:

$$\frac{\partial P}{\partial r} = 0; \frac{\partial P}{\partial \theta} = 0, \quad (78)$$

$$\frac{\partial P}{\partial z} = M \left( \frac{\partial^2 V_z}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial V_z}{\partial r} - \frac{\tau_0}{r} \right), \quad (79)$$

$$\frac{\partial V_z}{\partial z} = 0. \quad (80)$$

Первые два из этих уравнений (78) показывают, что  $P$  может зависеть только от  $z$  последнее же уравнение (80) показывает, что  $V$  есть функция только  $r$  и  $\theta$ . Как видно из (79) правая его часть не зависит от  $z$  следовательно  $\frac{\partial P}{\partial z}$  есть величина постоянная:

$$\frac{\partial P}{\partial z} = const \quad (81)$$

Если давление перед входом в канал  $P_1$ , а на выходе  $P_2$  будем иметь:

$$\frac{\partial P}{\partial z} = \frac{P_2 - P_1}{l} = \frac{P_1 - P_2}{l} = \frac{\Delta P}{l}, \quad (82)$$

где  $l$  - длина канала, м;

$\Delta P$  - перепад давлений, Па.

Учитывая, что  $\frac{\partial P}{\partial z} = \frac{\Delta P}{l}$  представим (82) в следующем виде:

$$\frac{\partial^2 V_z}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial V_z}{\partial r} = \frac{\Delta P}{l\mu} + \frac{\tau_0}{\mu r}. \quad (83)$$

Выражение (83) представим так:

$$\frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial V_z}{\partial r} \right) = \frac{\Delta P}{l\mu} r + \frac{\tau_0}{\mu}. \quad (84)$$

Проинтегрировав (84) получим:

$$V_z(r) = \frac{\Delta P}{4l\mu} (R^2 - r^2) - \frac{\tau_0}{\mu} (R - r). \quad (85)$$

Если  $r = r_0$   $V_z(r) = \frac{\Delta P R^2}{4l\mu} - \frac{\tau_0}{\mu} R$  (86)

где  $r$ ,  $r_0$  - радиус соответственно ядра потока и кольцевого пространства, м.

При  $\Delta P \leq \frac{4r_0 t}{R}$  -получим, что то  $V_z(r) = 0$ , т.е. на оси канала скорость меньше нуля.

Это противоречит общеизвестному закону распределения скоростей на оси канала. Отсюда следует, что величиной  $r$  можно задаваться в диапазоне от  $r_0$  до  $R$ , т.е. уравнение (94) справедливо для значений  $r$  от  $r_0$  до  $R$ .

При  $r = r_0 = 2lr_0 / \Delta P$ ,  $V_z(r) = V_{z0}$ .

$$V_{z0} = \frac{\Delta P}{4l\mu} (R^2 - r_0^2) - \frac{\tau_0}{\mu} (R - r_0) \text{ или} \quad (87)$$

$$V_{z0} = \frac{\Delta P}{4l\mu} (R - r_0)^2.$$

По составляющим скоростей потока определим объем (расход) массы, проходящей в единицу времени через поперечное сечение канала:

$$g = g_0 + g_1, \quad (88)$$

где  $g_0, g_1$  -расход в ядре потока и в кольцевом пространстве вокруг ядра.

$$g_0 = \rho r_0^2 V_{z0}, \quad (89)$$

$$g_1 = \int_{r_0}^R 2\pi r V_z dr, \quad (90)$$

$$g = \rho r_0^2 V_{z0} + \int_{r_0}^R 2\pi r V_z dr. \quad (91)$$

Подставив в (91) значения  $r_0, V_{z0}$ , и  $V_z$  получим:

$$g = \rho \left( \frac{2lr_0}{\Delta P} \right)^2 \frac{\Delta P}{4\mu l} (R - r_0) + \int_{r_0}^R \frac{\Delta P}{4\mu l} (R^2 - r^2) 2\rho dr - \int_{r_0}^R \frac{r_0}{\mu} (R - r) 2\rho dr. \quad (92)$$

После интегрирования и преобразований будем иметь:

$$g = \frac{\pi R^4 \Delta P}{8 \mu l} \left[ 1 - \frac{4}{3} \left( \frac{2lr_0}{\Delta PR} \right) + \frac{1}{3} \left( \frac{2lr_0}{\Delta PR} \right)^3 \right]. \quad (93)$$

Пренебрегая последним членом в выражении (93) ввиду его малости после преобразований получим:

$$g = \frac{\pi R^3}{\mu} \left( \frac{R \Delta P}{8l} - \frac{1}{3} r_0 \right). \quad (94)$$

Решая (94) относительно  $\Delta P$  и поделив на  $\gamma$  после преобразований получим:

$$\Delta H_0 = \frac{8l}{\gamma R} \left( -\frac{g}{\pi R^3} \mu + \frac{1}{3} r_0 \right). \quad (95)$$

Поскольку  $g=Q$  представляет расход через измельчающий аппарат, выражение (95) запишется:

$$\Delta H_0 = \frac{8l}{\gamma R} \left( -\frac{Q}{\pi R^3} \mu + \frac{1}{3} r_0 \right). \quad (96)$$

### Выводы

Аналитическим путем получены выражения, которые позволяют выявить конструктивно-технологические параметры распределителя жидких органических удобрений. Применение распределителя жидких органических удобрений с полученной диаграммой изменения площади сечения отверстий позволит эффективно использовать пунктирный способ внесения жидких органических удобрений, который сокращает эмиссию азота в атмосферу на 90-95%. Определены гидравлические потери напора, связанные с сужением отверстий, в кольцевых поворотах, зазорах и отверстиях. Зная величину создаваемого напора на входе в распределителе или задаваясь требуемыми значениями можно вычислить напор, создаваемый распределителем посчитав его составляющие по вышеприведенным выражениям и в зависимости от его значения предусматривать технологическую схему подачи измельченной массы, либо в цистерны, либо в другие технические средства по использованию жидкого навоза.

### Библиография

1. Механизация электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства / А.В. Мачкарин [и др.]. Белгород: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. 194 с.
2. Алейник С.Н., Григоров М.С., Григоров С.М. Внутрипочвенное орошение сточными водами и плодородие почвы // Плодородие. 2007. №1 (34). С. 31-32.
3. Булавин С.А., Любин В.Н., Рыжков А.В. и др. Сельскохозяйственная техника Белогорья // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2010. №1. С. 39-42.
4. Зарубежная сельскохозяйственная техника: монография / А.Н. Макаренко [и др.]. Москва; Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. 200 с.
5. Технологии и технические средства для выращивания телят: монография / О.А. Чехунов [и др.]. Москва; Белгород: ООО «Издательско-книготорговый центр «Колос-с», 2019. 390 с.
6. Технологии и средства механизации уборки, переработки и утилизации навоза: монография / С.А. Булавин [и др.]. Белгород, ФГБОУ ВО Белгородская ГСХА им. В.Я. Горина, 2013. 334 с.
7. Региональная сельскохозяйственная техника / А.В. Рыжков [и др.]. Белгород: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2017. 208 с.
8. Булавин С.А., Мачкарин А.В. Обоснование формы лагуны для получения однородной массы жидких стоков // Вестник мичуринского государственного аграрного университета научно-производственный журнал. 2014. №2. С. 72-76.
9. Мачкарин А.В., Рыжков А.В., Казаков К.В. Машина для создания однородной массы навоза в лагуне // Научно-практический журнал «Эффективное животноводство» – ООО «Аркол» Ростов-на-Дону №7(146) сентябрь 2018. С.62-63.
10. Мачкарин А.В., Рыжков А.В. Аналитические исследования оборудования для получения однородной массы жидких стоков // Вестник всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2019. №4 (36). С.156-160.

### References

1. Mekhanizatsiya elektrifikatsiya i avtomatizatsiya selskohozyajstvennogo proizvodstva [Mechanization of electrification and automation of agricultural production] / A.V. Machkarin and others. Belgorod: FSBEI HE Belgorod GAU, 2019 .194 p.
2. Aleinik S.N., Grigorov M.S., Grigorov S.M. Vnutripochvennoe oroshenie stochnymi vodami i plodorodie pochvy [Intrasoil irrigation with sewage and soil fertility] // Fertility. 2007.№1 (34). Pp.31-32.
3. Bulavin S.A., Lyubin V.N., Ryzhkov A.V. and others Selskohozyajstvennaya tekhnika Belogorya [Agricultural machinery Belogorye]. // Agricultural machines and technologies. 2010. №1. Pp.39–42.
4. Foreign agricultural equipment: monograph [Foreign agricultural machinery] / A.N. Makarenko and others. Moscow; Belgorod: Central Library Collector BIBCOM LLC, 2016. 200 p.
5. Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva dlya vyrashchivaniya telyat: monograph [Technologies and technical means for growing calves] / O.A. Chekhunov and others. Moscow; Belgorod: LLC Kolos-s Publishing and Bookselling Center, 2019. 390 p.
6. Tekhnologii i sredstva mekhanizatsii uborki, pererabotki i utilizatsii navoza [Technologies and means of mechanization of cleaning, processing and disposal of manure] / S.A. Bulavin and others. Belgorod, FSBEI of HE Belgorod State Agricultural Academy named. V.Ya. Gorina, 2013. 334 p.
7. Regionalnaya selskohozyajstvennaya tekhnika [Regional agricultural machinery] / A.V. Ryzhkov and others. Belgorod: FSBEI HE Belgorod GAU, 2017. 208 p.
8. Bulavin S.A., Machkarin A.V. Obosnovanie formy laguny dlya polucheniya odnorodnoy massy zhidkih stokov [Justification of the shape of the lagoon to obtain a homogeneous mass of liquid effluents] // Bulletin of the Michurin State Agrarian University Scientific and Production Journal. 2014. №2. Pp.72-76.
9. Machkarin A.V., Ryzhkov A.V., Kazakov K.V. Mashina dlya sozdaniya odnorodnoy massy navoza v lagune [Machine for creating a homogeneous mass of manure in the lagoon] // Scientific and practical journal "Effective Livestock" - LLC Arkol Rostov-on-Don №7 (146) September 2018. Pp.62-63.
10. Machkarin A.V., Ryzhkov A.V. Analiticheskie issledovaniya oborudovaniya dlya polucheniya odnorodnoy massy zhidkih stokov [Analytical studies of equipment for obtaining a homogeneous mass of liquid effluents] // Bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Animal Husbandry Mechanization. 2019.№4 (36). Pp.156-160

### Сведения об авторах

Алейник Станислав Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел +7(4722) 38-19-48, e-mail: [info@bsaa.edu.ru](mailto:info@bsaa.edu.ru)

Мачкарин Александр Викторович кандидат технических наук, доцент 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) 38-19-48, E-mail: [machkarin@mail.ru](mailto:machkarin@mail.ru)

Рыжков Андрей Владимирович кандидат технических наук, доцент 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) 38-19-48, E-mail: [ryzhkovbgsha@yandex.ru](mailto:ryzhkovbgsha@yandex.ru)

### Information about authors

Aleinik Stanislav Nikolaevich, candidate of technical Sciences, associate Professor 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, Mayskiy, Belgorod region, Russia, tel. +7 (4722) 38-19-48, e-mail: [info@bsaa.edu.ru](mailto:info@bsaa.edu.ru)

Machkarin Alexander Viktorovich candidate of technical Sciences, associate Professor of Department of machinery and equipment in agribusiness, Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Belgorod state agricultural University named. V. Ya. Gorina", Vavilova str., 1, Mayskiy p., Bel-urban district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 8(4722) 38-19-48, E-mail: [machkarin@mail.ru](mailto:machkarin@mail.ru)

Ryzhkov Andrey Vladimirovich candidate of technical Sciences, associate Professor of machinery and equipment in agribusiness, Federal state budgetary educational institution of higher education "Belgorod state agrarian University. V. Ya. Gorina", Vavilova str., 1, Mayskiy p., Bel-urban district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 8(4722) 38-19-48, E-mail: [ryzhkovbgsha@yandex.ru](mailto:ryzhkovbgsha@yandex.ru)

УДК 631.22

*С.Н. Алейник, О.А. Чехунов*

## **К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В СТОЙЛОВЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ КОРОВНИКОВ С ПРОЗРАЧНОЙ КРЫШЕЙ**

**Аннотация.** В ряде хозяйств Белгородской области, занимающихся молочным скотоводством, используются коровники с прозрачной крышей, изготовленной из полимерной пленки, эксплуатация которых наряду с положительными моментами имеет и существенный недостаток – высокая температура в зоне нахождения животных в летний период времени. В статье теоретическими исследованиями установлено, что для оптимизации температурного режима в стойловых помещениях коровников на 150 голов с прозрачной крышей необходимо применять принудительные системы вентиляции. Анализ известных технических решений показал, что для реконструкции действующих коровников с прозрачной кровлей целесообразно использовать крышную принудительную систему вентиляции, при которой забор наружного воздуха осуществляется через проемы, расположенные в боковых стенах здания, а удаление воздуха из стойлового помещения обеспечивают осевые вентиляторы, расположенные в вентиляционных каналах, смонтированных в кровле коровника. Аналитически установлено, что для коровника на 150 голов необходимо одиннадцать шахт диаметром 800 мм (например, вытяжные каминные серии CL компании Big Dutchman), мощность осевых вентиляторов которых составляет 1,58 кВт. Использование полученных данных позволит получать устойчивую молочную продуктивность дойного стада в летнее время года, что обуславливается поддержанием температуры воздуха внутри стойловых помещений коровников с прозрачной крышей в пределах зоотехнических норм.

**Ключевые слова:** температура, коровник, микроклимат, прозрачная крыша, вентиляция.

### **ON THE ISSUE OF OPTIMIZING THE TEMPERATURE REGIME IN STABLE AREAS OF BARNS WITH A TRANSPARENT ROOF**

**Abstract.** In a number of farms in the Belgorod region that are engaged in dairy farming, cowsheds are used with a transparent roof made of polymer film, the operation of which, along with the positive aspects, has a significant drawback – the high temperature in the area where animals are found in the summer. In the article, theoretical research has established that to optimize the temperature regime in the stable premises of barns for 150 heads with a transparent roof, it is necessary to use forced ventilation systems. Analysis of the known technical solutions showed that for the reconstruction of the existing barn with a transparent roof it is advisable to use a roof-mounted forced ventilation system, in which outdoor air intake is through openings located in the side walls of the building and the venting of stall facilities provides axial fans located in ventilation ducts mounted in the roof of the barn. It is analytically established that for a cowshed for 150 heads, eleven shafts with a diameter of 800 mm are required (for example, big Dutchman's CL series exhaust fireplaces), whose axial fan power is 1.58 kW. The use of the obtained data will allow obtaining a stable milk productivity of the dairy herd in the summer, which is caused by maintaining the air temperature inside the stable premises of barns with a transparent roof within the limits of zootechnical norms.

**Keywords:** temperature, cowshed, microclimate, transparent roof, ventilation.

**Введение.** Неблагоприятная экономическая ситуация нашей страны в последнее десятилетие 20 века наложила отпечаток и на аграрный сектор, в том числе и на молочное скотоводство, что вынудило производителей молока искать «дешевые» решения для реконструкции существующих и строительства новых производственных помещений (коровников). Так на некоторых молочно-товарных фермах, в частности в СПК «Колхоз имени Горина» (на тот момент колхоз имени Фрунзе), при расширении производственных мощностей возводили коровники, кровельное покрытие которых изготовлялось из сварного металлического каркаса, покрытого прозрачной полимерной пленкой (рисунок 1).

На рассматриваемой молочно-товарной ферме и в хозяйствах где используются коровники аналогичных конструкций остро встает проблема по снижению температуры внутри стойловых помещений в летний период, достигающей до 28...35 °С и отрицательно влияющей на молочную продуктивность.

**Объект и методы исследований.** Объектом исследований являются технические решения по поддержанию комфортной температуры в стойловых помещениях коровников с прозрачной крышей. Предметом исследований является состояние микроклимата в коровнике. В исследованиях применялись методы системного анализа технических решений и расчё-

та микроклимата коровников с прозрачной крышей. Цель работы – дать предложения по снижению температуры в стойловых помещениях коровников с прозрачной крышей.

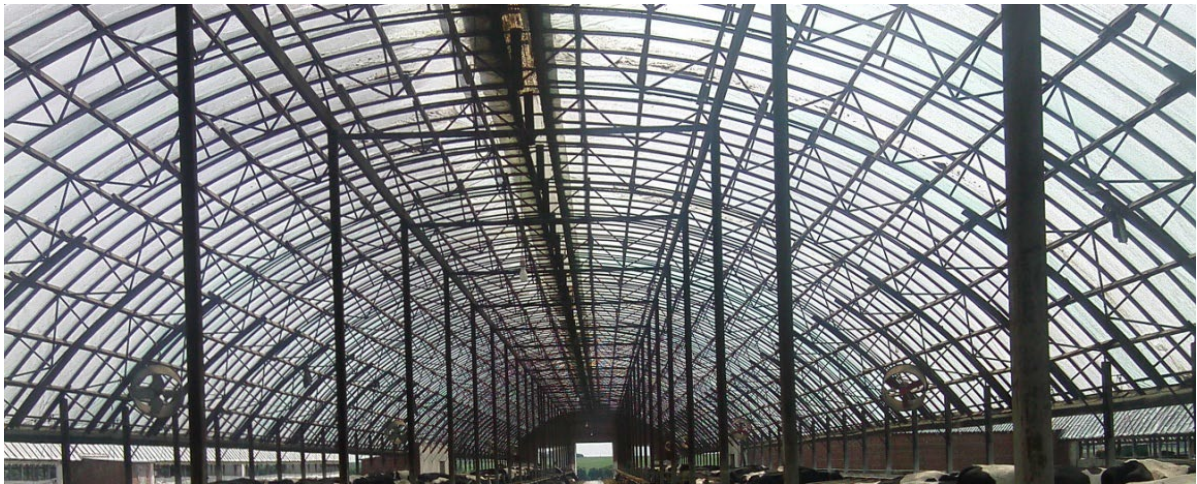
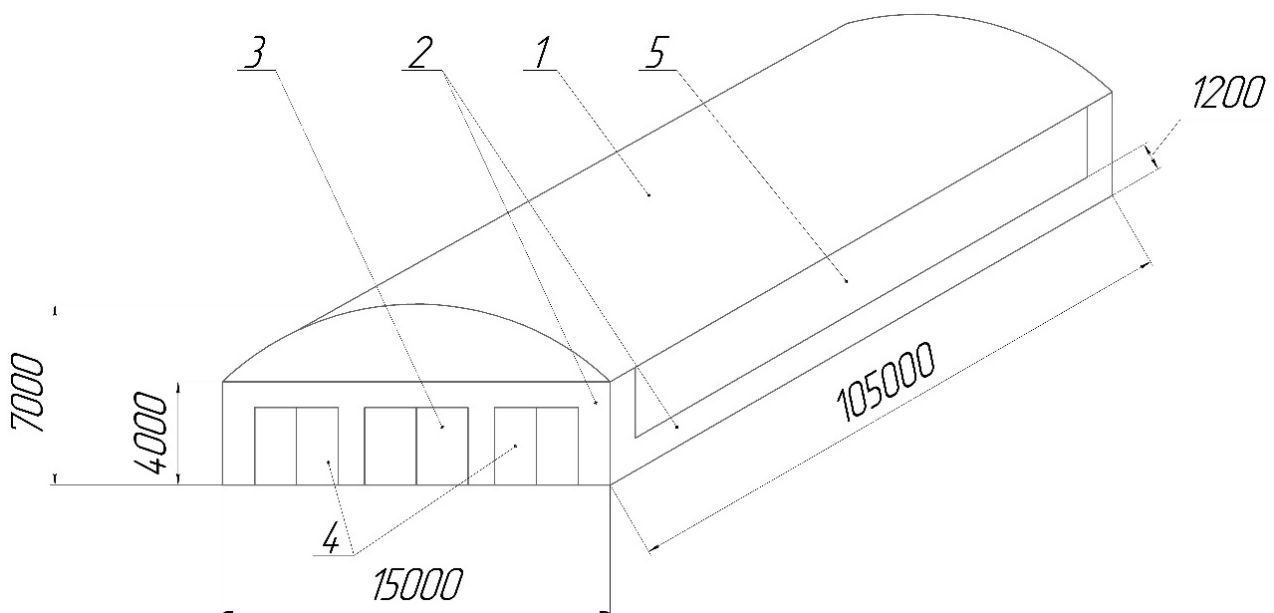


Рис. 1. Кровельное покрытие коровника

В статье в качестве примера остановимся на коровнике на 150 голов дойного стада указанного хозяйства, основные размеры которого приведены на рисунке 2.



1 – прозрачное кровельное покрытие; 2 – кирпичная кладка; 3 – центральные ворота (кормовой проезд); 4 – боковые ворота (проезд для навозоудаления); 5 – открытые проемы, закрываемые шторами

Рис. 2. Коровник дойного стада

**Результаты исследований и их обсуждение.** Производственный опыт показал, что использование прозрачных кровельных покрытий позволяет обеспечить животных естественным ультрафиолетовым облучением не только на выгульных площадках, но и в стойловом пространстве коровников, что приводит к синтезу в организме коров витамина D и хорошему усвоению кальциевых и фосфорных соединений, отвечающих как за общее здоровье скота, так и за его молочную продуктивность [1].

С другой стороны, использование прозрачной кровли в коровниках, приводит к возникновению двух основных проблем – неконтролируемая длительность светового периода и несоответствие температурного режима в летний период. По данным ряда исследователей установлено, что при воздействии на молочных коров солнечного света более 10 часов в сутки, не редки случаи уменьшения суточных удоев молока. Следует отметить, что продолжительность светового дня в центрально-черноземном регионе РФ в летний период составляет

в среднем 14,5...17,5 часов. Производственный опыт эксплуатации коровников с прозрачной кровлей показывает, что при температуре окружающей среды более 28 °С, внутренняя температура производственных помещений в зоне нахождения скота превышает установленные зоотехнические требования 22...24 °С более чем на 6...10 °С, что также приводит к снижению молочной продуктивности.

Для устранения указанных негативных моментов специалисты хозяйств, где используются коровники с прозрачной кровлей, прибегают как правило к следующим мероприятиям.

1. Побелка крыши, позволяющая как сократить длительность светового периода, так и уменьшить температуру. Несмотря на относительно низкие экономические вложения на осуществления данного мероприятия оно не является оптимальным, что объясняется следующим:

- понижение температуры как правило не достигает рекомендуемых значений;
- известковое покрытие не устойчиво на полимерной основе (кровле) ввиду конденсации влаги, что требует высоких трудозатрат на повторное нанесение, осуществляемое как минимум ежегодно;
- слой побелки обладает низкой пропускающей способностью для средневолнового ультрафиолетового излучения (область В), под действием которого происходит синтез в организме коров витамина D, который в свою очередь способствует хорошему усвоению кальциевых и фосфорных соединений, отвечающих как за общее здоровье скота, так и за его молочную продуктивность.

2. Монтаж в стойловых помещениях коровников осевых вентиляторов, обеспечивающих циркуляцию воздуха по «тоннельному» принципу – забор через боковые каналы (окна или проемы) и нагнетание в торцевую часть здания с последующим удалением через специальные проемы или открытые ворота [2, 3]. Данное мероприятие также не позволяет оптимизировать температурный режим в стойловом помещении при высоких температурах воздуха, ввиду невозможности обеспечения заданной кратности воздухообмена при допустимых скоростях движения воздуха.

3. Монтаж в стойловых помещениях коровников устройств, распыляющих воду в зоне нахождения животных, что естественно снижает и температуру воздуха из-за конденсации влаги. Данное мероприятие также имеет свои недостатки:

- при температуре воздуха около 28 °С и более при распылении влаги в зоне нахождения животных коровы испытывают воздействие «теплого удара», отрицательно влияющем на молочную продуктивность;
- влажность воздуха повышается и может превышать установленную зоотехническими требованиями к микроклимату;
- возникающий при использовании данной системы туман снижает поедаемость кормов и может привести к его преждевременной порче в кормушке (кормовом столе), что в свою очередь также снижает продуктивность коров.

Таким образом, указанные мероприятия как по отдельности, так и в комплексе, не обеспечивают заданную зоотехническими рекомендациями температуру внутреннего воздуха в стойловом помещении коровника в летнее время 22...24 °С.

В связи с этим возникает необходимость в поиске инженерных мероприятий по оптимизации температурного режима в стойловых помещениях коровников с прозрачной крышей.

Для обеспечения оптимального температурного режима в стойловых помещениях коровников должен быть соблюден тепловой баланс, учитывающий воздухообмен из условия удаления избыточной теплоты [4]:

$$W_{II} = \frac{G}{V_{T.B} \cdot (T_H - T_B) \cdot \rho}, \quad (1)$$

где  $W_{II}$  – оптимальный воздухообмен внутри стойлового помещения коровника, м<sup>3</sup>/ч;

$G$  – избыточная теплота, возникающая в стойловом помещении коровника, кДж/ч;  
 $U_{Т.В}$  – удельная теплоемкость воздуха, кДж/(кг °С);  
 $T_n$  – температура наружного воздуха, °С;  
 $T_B$  – оптимальная температура воздуха в стойловом помещении коровника, °С;  
 $\rho$  – плотность наружного воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

При расчетах приняты следующие значения указанных параметров: удельная теплоемкость воздуха – 0,99 кДж/(кг °С); температура наружного воздуха – 35 °С (средняя максимальная температура, отмечаемая на протяжении нескольких последних лет в летний период в центрально-черноземном регионе); оптимальная температура воздуха в стойловом помещении коровника – 22 °С (согласно предъявляемых зоотехнических требований); плотность наружного воздуха – 1,22 кг/м<sup>3</sup> [4].

Избыточная теплота, возникающая в стойловом помещении коровника с прозрачной крышей в летний период года в первом приближении, составляет:

$$G = G_{Ж} + G_K, \quad (2)$$

где  $G_{Ж}$  – теплота, выделяемая находящимися в стойловом помещении животными, кДж/ч;  
 $G_K$  – теплота, поступающая в стойловое помещение коровника через прозрачную кровлю, кДж/ч.

Теплота, выделяемая находящимися в стойловом помещении животными, зависит их поголовья и текущей температуры окружающего воздуха [5]:

$$G_{Ж} = g_{ж} \cdot K_T \cdot n_{ж}, \quad (3)$$

где  $g_{ж}$  – теплота, выделяемая одной коровой, кДж/ч;  
 $K_T$  – температурный коэффициент;  
 $n_{ж}$  – число животных в коровнике, кДж/ч.

При расчетах приняты следующие значения указанных параметров: число коров в помещении – 150 голов; теплота, выделяемая одной коровой – 565 Вт = 2034 кДж/ч (согласно норм технологического проектирования ферм крупного рогатого скота крестьянских хозяйств НТП АПК 1.10.01.001-00 для молочных коров со средней массой 650 кг); температурный коэффициент, учитывающий выделение теплоты животными в зависимости от температуры окружающего воздуха – 0,67 (согласно НТП АПК 1.10.01.001-00 при внутренней температуре в коровнике 25 °С).

Теплота, поступающая в стойловое помещение коровника через прозрачную кровлю, находится по выражению:

$$G_K = G_C \cdot K_C + G_T, \quad (4)$$

где  $G_C$  – теплота, поступающая в коровник через прозрачную крышу от действия солнечной радиации, Вт;  
 $K_C$  – коэффициент, учитывающий поглощение части солнечной радиации при прохождении через прозрачную кровлю;

$G_T$  – тепловой поток теплопередачей через прозрачную кровлю, Вт.

Теплота, поступающая в коровник через прозрачную крышу от действия солнечной радиации, определяется по формуле:

$$G_C = (g_n \cdot K_{С.П} + g_p \cdot K_{С.Р}) \cdot K_3 \cdot K_K \cdot S_K, \quad (5)$$

где  $g_n$  – поверхностная плотность теплового потока, проходящего через прозрачную кровлю от действия прямого солнечного излучения, Вт/м<sup>2</sup>;  
 $K_{С.П}$  – коэффициент, учитывающий поглощение теплового потока, проходящего через прозрачную кровлю от действия прямого солнечного излучения;  
 $g_p$  – поверхностная плотность теплового потока, проходящего через прозрачную кровлю от действия рассеянного солнечного излучения, Вт/м<sup>2</sup>;  
 $K_{С.Р}$  – коэффициент, учитывающий поглощение теплового потока, проходящего через прозрачную кровлю от действия рассеянного солнечного излучения;



$K_3$  – коэффициент, учитывающий поглощение теплового потока, проходящего через солнцезащитные устройства (жалюзи, шторы и т.д.);

$K_K$  – коэффициент теплопропускания кровли, учитывающий количество слоев остекления, т.е. количество слоев пленочного покрытия;

$S_K$  – площадь прозрачной кровли,  $m^2$ .

При расчетах приняты следующие допущения: солнце находится в зените (отсутствует затененность кровли) и солнцезащитные устройства отсутствуют, тогда  $K_{C.П} = K_{C.P} = K_3 = 1$ . Оборудование кровли коровника солнцезащитными устройствами позволит снизить коэффициент, учитывающий поглощение теплового потока, проходящего через солнцезащитные устройства на 70...85% ( $K_3 = 0,7...0,85$ ).

Для определения теплового потока теплопередачей через прозрачную кровлю предварительно рассчитывается отношение общего поглощения теплоты ограждениями и оборудованием, установленным внутри помещения к интенсивности конвективного внутреннего теплообмена:

$$K = \frac{T_W}{T_K}, \quad (6)$$

где  $T_W$  – общее поглощение теплоты ограждениями и оборудованием, установленным внутри помещения, Вт/°C;

$T_K$  – интенсивности конвективного внутреннего теплообмена, м.

Поскольку площадь оборудования, установленного внутри коровника относительно общей площади помещения незначительна, то при расчете общего поглощения теплоты учитываем только поглощение теплоты ограждениями (стенами и полом):

$$T_W = K_{П} \cdot S_{П} + K_{C} \cdot S_{C}, \quad (7)$$

где  $K_{П}$  – коэффициент, учитывающий теплоусвоение пола, Вт/( $m^2$  °C);

$S_{П}$  – площадь пола,  $m^2$ .

$K_{C}$  – коэффициент, учитывающий теплоусвоение стен, Вт/( $m^2$  °C);

$S_{C}$  – площадь стен,  $m^2$ .

Коэффициенты, учитывающие теплоусвоение пола и стен по СНиП П-3-79 можно рассчитать по формулам [6]:

$$K_{П} = 2 \cdot K_{M.П}, \quad (8)$$

$$K_{C} = K_{M.C}, \quad (9)$$

где  $K_{M.П}$ ,  $K_{M.C}$  – коэффициенты, учитывающие теплоусвоение материала соответственно пола и стен помещения, Вт/( $m^2$  °C) (для железобетона  $K_{M.П} = 17,98 \text{ Вт}/(m^2 \text{ °C})$ ; для кирпичной кладки  $K_{M.C} = 10,12 \text{ Вт}/(m^2 \text{ °C})$ ).

Интенсивность конвективного внутреннего теплообмена составляет:

$$T_K = 2,55 \cdot (S_{П} + S_{C}), \quad (10)$$

Найдя отношение общего поглощения теплоты ограждениями и оборудованием, установленным внутри помещения к интенсивности конвективного внутреннего теплообмена по СНиП 2.04.05-91 «Расчет поступления теплоты солнечной радиации в помещения» определяем показатель поглощения теплового потока солнечной излучения ( $a_n = 0,2$  при десятичасовой продолжительности светового дня) [7].

Тепловой поток теплопередачей через прозрачную кровлю рассчитывается по выражению:

$$G_T = \frac{(T_H + 0,5 \cdot K_{\Delta T} \cdot A_{\max} - T_{П}) \cdot S_K}{R_T}, \quad (11)$$

где  $K_{\Delta T}$  – коэффициент, учитывающий гармоничность изменения наружной температуры воздуха (по СНиП 2.04.05-91 для центрально-черноземного региона  $K_{\Delta T} = 0,25...0,27$ );

$A_{max}$  – максимальная амплитуда температуры наружного воздуха в сутках, °С (по СНиП 2.04.05-91 для центрально-черноземного региона  $A_{max} = 18,4 \dots 18,8$  °С);  
 $R_T$  – приведенное сопротивление теплопередаче,  $m^2 \cdot ^\circ C / Вт$  (согласно СНиП 2.04.05-91 для однослойного покрытия  $R_{T1} = 0,15 m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ ; для двухслойного покрытия  $R_{T2} = 0,34 m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ ; для трехслойного покрытия  $R_{T3} = 0,55 m^2 \cdot ^\circ C / Вт$ ).

Потребный минимальный объем воздуха для обеспечения заданного воздухообмена составляет:

$$V_{min} = W_{\Pi} \cdot (1 - K_B), \tag{12}$$

где  $K_B$  – коэффициент, учитывающий естественное поступление воздуха в коровник через боковые открытые проемы.

Кратность воздухообмена в коровнике с прозрачной крышей определяется по выражению:

$$K_{\text{ч}} = \frac{V_{min}}{V_K}, \tag{13}$$

где  $V_K$  – объем стойлового помещения коровника,  $m^3$ .

Результаты вычислений сведены в таблице 1.

**Таблица 1 - Результаты расчета температурного режима в стойловых помещениях коровников с прозрачной крышей**

Показатель	Число слоев кровельного покрытия		
	Один	Два	Три
Без применения солнцезащитных устройств			
Теплота, поступающая в коровник через прозрачную крышу от действия солнечной радиации (GC), Вт	785918,7	532678,23	358029,63
Количество теплоты, поступающей в коровник через прозрачную кровлю (GК), кДж/ч	1210827,38	668072,04	433682,37
Количество избыточной теплоты, возникающей в стойловом помещении коровника с прозрачной крышей, (G), кДж/ч	1415244,38	872489,04	638009,37
Оптимальный воздухообмен (WП), м3/ч	90142,95	49293,17	40637,54
Потребный минимальный объем приточного воздуха (Vmin), м3/ч	72114,36	39434,54	32510,03
Кратность воздухообмена (KЧ)	7	4	3
С применением солнцезащитных устройств			
Теплота, поступающая в коровник через прозрачную крышу от действия солнечной радиации (GC), Вт	157183,74	106535,64	71605,93
Количество теплоты, поступающей в коровник через прозрачную кровлю (GК), кДж/ч	758138,21	361249,37	227457,31
Количество избыточной теплоты, возникающей в стойловом помещении коровника с прозрачной крышей, (G), кДж/ч	962555,21	565666,37	431874,31
Оптимальный воздухообмен (WП), м3/ч	61309,25	36029,71	27507,92
Потребный минимальный объем приточного воздуха (Vmin), м3/ч	49047,4	28823,77	22006,34
Кратность воздухообмена (KЧ)	5	3	2

Анализируя полученные данные можно заключить о невозможности использования естественной вентиляции в коровнике с прозрачной кровлей при одном и двух слоев кровельного покрытия как с применением солнцезащитных устройства, так и без них поскольку кратность воздухообмена более трех. При использовании трех слоев кровельного покрытия и солнцезащитных устройств оптимальную температуру внутри коровника можно достичь с применением естественной вентиляции, но потребуются значительные капитальные затраты на кровлю и снизится поступление ультрафиолетового излучения в стойловое помещение. Таким образом для оптимизации температурного режима в стойловых помещениях коровников с прозрачной крышей необходимо применять принудительные системы вентиляции.

Произведя анализ известных технических решений установлено, что при высоких температурах наружного воздуха оптимальные параметры микроклимата внутри коровника

при минимуме эксплуатационных затрат может обеспечить система вентиляции с увлажнением или кондиционированием воздуха, работающая по тоннельному принципу (рисунок 3), при которой забор наружного воздуха осуществляется через проемы, расположенные в боковых стенах помещения, а удаление воздуха из стойлового помещения обеспечивают осевые вентиляторы, расположенные в торце здания. При такой системе специалисты рекомендуют устанавливать в проемы для забора воздуха устройства для кондиционирования воздуха или его увлажнения проточной водой.

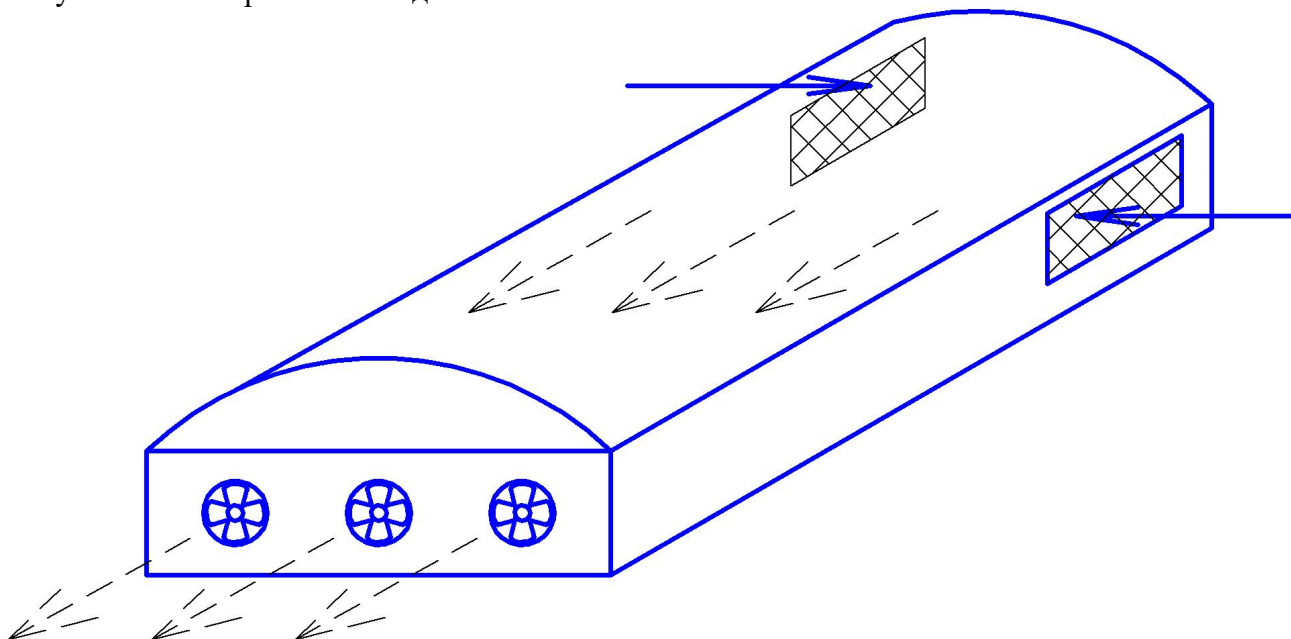


Рис. 3 - Тоннельная вентиляция с системой кондиционирования воздуха

Туннельная система вентиляции оптимальна для вновь строящихся коровников в зонах с высокой температурой окружающего воздуха, но не всегда подходит для реконструкции имеющихся животноводческих помещений, что объясняется необходимостью расположения в торцевой части здания осевых вентиляторов, и как следствие демонтажу въездных ворот, а, следовательно, и смене технологических операций при содержании скота (кормления, навозоудаления и др.).

Для реконструкции действующих коровников с прозрачной крышей целесообразно использовать крышную принудительную систему вентиляции (рисунок 4) при которой забор наружного воздуха осуществляется через проемы, расположенные в боковых стенах здания, а удаление воздуха из стойлового помещения обеспечивают осевые вентиляторы, расположенные в вентиляционных каналах, смонтированных в кровле коровника.

Основной технической характеристикой крышной принудительной системы вентиляции выступает площадь вентиляционных каналов, которую можно рассчитать по формуле [8]:

$$S_B = \frac{V_{\min}}{3600 \cdot g_g}, \quad (14)$$

где  $g_g$  – скорость движения воздуха в вентиляционном канале, м/с.

Оптимально обеспечить скорость воздуха в вытяжных каналах в пределах 5...15 м/с.

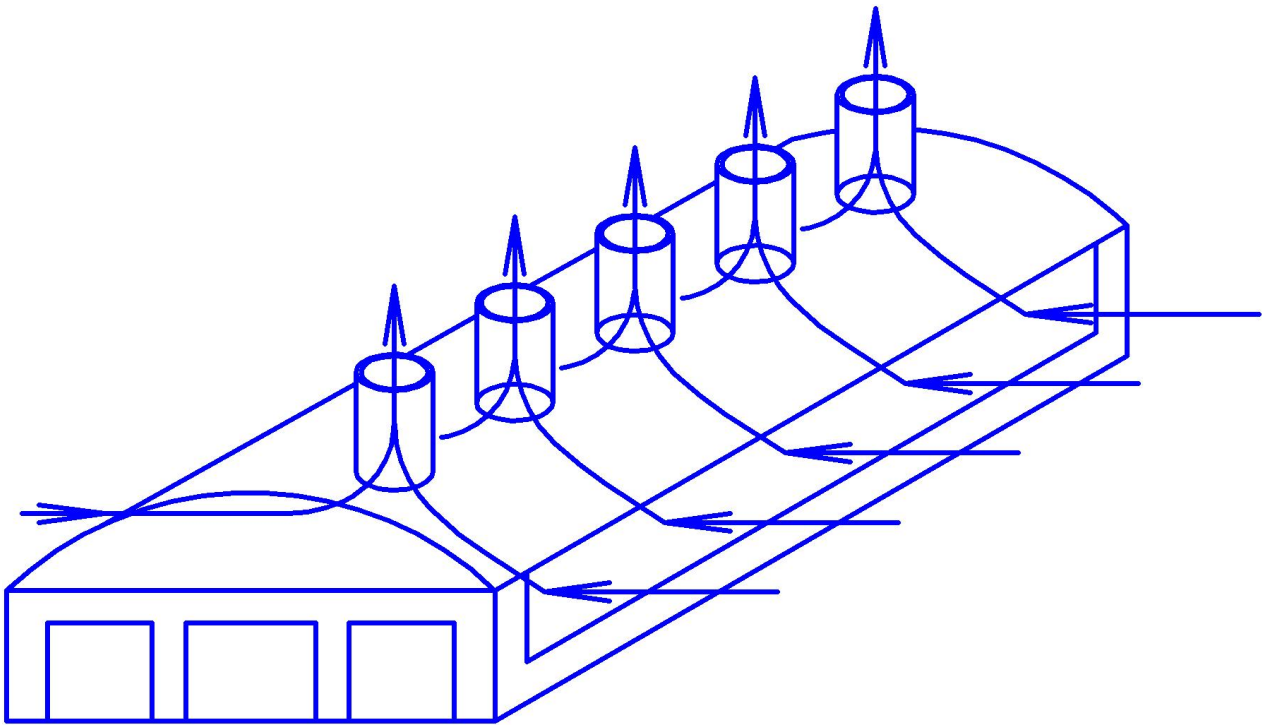


Рис. 4. Крышная принудительная вентиляция

Количество вытяжных каналов определяется по выражению:

$$n_g = \frac{S_B}{S_{B.K}}, \quad (15)$$

где  $S_{B.K}$  – площадь рабочей зоны одного вытяжного канала,  $m^2$ .

На практике широкое распространение получили каналы круглого сечения диаметром 800 мм с установленным осевым вентилятором. У таких каналов площадь поперечного сечения составляет  $0,5 m^2$  ( $S_{B.K} = 0,5 m^2$ ).

По зоотехническим нормам подача одного вентиляционного канала не должна превышать  $8000 m^3/ч$ . После расчета выражения (15) следует уточнить потребное количество каналов в соответствии с указанным требованием:

$$n_{g.k} = (1,1 \dots 1,2) \cdot \frac{V_{\min}}{n_g} < 8000 m^3 / ч, \quad (16)$$

Потребная мощность электродвигателей для привода осевых вентиляторов крышной вентиляции находится по выражению:

$$N_B = K_{\text{Э}} \cdot \frac{g \cdot W_B \cdot P_B}{3600 \cdot \eta_g \cdot \eta_n}, \quad (17)$$

где  $K_{\text{Э}}$  – коэффициент запаса мощности (для осевых вентиляторов  $K_{\text{Э}} = 1,12 \dots 1,18$ );

$g$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ ;

$W_B$  – часовая подача воздуха вентилятором,  $m^3/ч$ ;

$P_B$  – давление воздуха, создаваемое вентилятором, Па;

$\eta_g, \eta_n$  – коэффициенты полезного действия соответственно самого вентилятора и передач привода.

Результаты расчета крышной принудительной вентиляции для рассматриваемого коровника с прозрачной крышей сведены в таблицу 2.

**Таблица 2 - Результаты расчета крышной принудительной вентиляции**

Число слоев кровельного покрытия	Без солнцезащитных устройств			С применением солнцезащитных устройств		
	Площадь вентиляционных каналов ( $S_B$ ), м <sup>2</sup>	Количество вытяжных каналов ( $n_e$ ), шт.	Потребная мощность электродвигателей ( $N_B$ ), кВт	Площадь вентиляционных каналов ( $S_B$ ), м <sup>2</sup>	Количество вытяжных каналов ( $n_e$ ), шт.	Потребная мощность электродвигателей ( $N_B$ ), кВт
Один	4,01	11	1,58	2,72	8	1,47
Два	2,19	6	1,57	1,6	5	1,39

Анализируя полученные данные для создания оптимального температурного режима в коровнике с прозрачной крышей целесообразно использовать крышную принудительную вентиляцию с одиннадцатью шахтами диаметром 800 мм (например, вытяжные камины серии CL компании Big Dutchman), мощность осевых вентиляторов которых составляет 1,58 кВт [9].

**Выводы.** На молочно-товарных фермах, где используются коровники с прозрачными крышами остро встает проблема по снижению температуры внутри стойловых помещений в летний период, достигающей до 28...35 °С и отрицательно влияющей на молочную продуктивность скота. Зачастую принимаемые инженерно-технические решения (побелка крыши, установка внутри стойловых помещений осевых вентиляторов и установка систем орошения) не позволяют поддерживать установленную зоотехнической службой температуру внутреннего воздуха в коровнике в летнее время 22...24 °С.

Произведенный расчет системы микроклимата на примере коровника на 150 голов с прозрачной кровлей показал, что использование естественной вентиляции при одном и двух слоев кровельного покрытия как с применением солнцезащитных устройства, так и без них невозможно, поскольку расчетная кратность воздухообмена более трех. При использовании трех слоев кровельного покрытия и солнцезащитных устройств оптимальную температуру внутри коровника можно достичь с применением естественной вентиляции, но потребуются значительные капитальные затраты на кровлю и снизится поступление ультрафиолетового излучения в стойловое помещение. Таким образом для оптимизации температурного режима в стойловых помещениях коровников с прозрачной крышей необходимо применять принудительные системы вентиляции.

Произведя анализ известных технических решений установлено, что при высоких температурах наружного воздуха оптимальные параметры микроклимата внутри коровника может обеспечить туннельная система вентиляции с увлажнением или кондиционированием воздуха. Однако использование такой системы при реконструкции действующих коровников нецелесообразно, что объясняется необходимостью расположения в торцевой части здания осевых вентиляторов, и как следствие демонтажу въездных ворот, а, следовательно, и смене технологических операций при содержании скота.

Для реконструкции действующих коровников с прозрачной крышей целесообразно использовать крышную принудительную систему вентиляции, при которой забор наружного воздуха осуществляется через проемы, расположенные в боковых стенах здания, а удаление воздуха из стойлового помещения обеспечивают осевые вентиляторы, расположенные в вентиляционных каналах, смонтированных в кровле коровника.

Для ферм, где используются коровники с прозрачной крышей рекомендуется использовать крышную принудительную вентиляцию. Проведенные расчеты на примере коровника на 150 голов показали, что для рассматриваемых условий необходимо одиннадцать шахт диаметром 800 мм (например, вытяжные камины серии CL компании Big Dutchman), мощность осевых вентиляторов которых составляет 1,58 кВт.

### Библиография

1. Ужик В.Ф., Чехунов О.А., Саенко Ю.В., Макаренко А.Н. Поиск инженерных решений по поддержанию оптимальной температуры в коровниках с прозрачной крышей // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2018. №3 (31). С. 48-50.
2. Чехунов О.А., Макаренко А.Н., Саенко Ю.В. и др. Машины и оборудование в животноводстве. Учебное пособие для бакалавров сельскохозяйственных ВУЗов направления подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия». Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2019. 144 с.
3. Коба В.Г., Брагинец Н.В., Мурусидзе Д.Н. и др. Механизация и технология производства продукции животноводства. М.: КолосС, 2000. 258 с.
4. Ужик В.Ф., Китаёва О.В., Макаренко А.Н. и др. Теория и расчет машин для животноводства. Майский: Белгородский ГАУ, 2018. 285 с.
5. Ужик В.Ф. Технологические расчеты в животноводстве. Белгород: БелГСХА, 2000. 86 с.
6. СНиП II-3-79 Строительная теплотехника. М.: 1995.
7. СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция, кондиционирование. М.: 1999.
8. Чехунов О.А., Макаренко А.Н., Мачкарин А.В. и др. Машины и оборудование в животноводстве. Учебное пособие по выполнению курсовой работы и РГЗ для бакалавров направления подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия». Белгород: Белгородский ГАУ, 2015. 116 с.
9. Казаков К.В., Макаренко А.Н., Мартынова И.В. и др. Зарубежная сельскохозяйственная техника. Москва; Белгород: ООО «Центральный коллектор библиотек «БИБКОМ», 2016. 200 с.

### References

1. Uzhik V. F., Chekhunov O. A., Saenko Yu. V., Makarenko A. N. Poisk inzhenernyh reshenij po podderzhaniyu optimal'noj temperatury v korovnikah s prozrachnoj kryshej [Search for engineering solutions for maintaining optimal temperature in barns with a transparent roof] // Bulletin of the all-Russian research Institute of animal mechanization. 2018. No. 3 (31). Pp. 48-50.
2. Chekhunov O. A., Makarenko A. N., Saenko Yu. V., and others. Mashiny i oborudovanie v zhivotnovodstve [Machinery and equipment in animal husbandry. Training manual for bachelors of agricultural Universities in the field of training 35.03.06 - "Agroengineering"]. May: doctor of Belgorod state agricultural UNIVERSITY, 2019. 144 PP.
3. Koba V. G., Braginets N. V., Murusidze D. N., and others. Mekhanizaciya i tekhnologiya proizvodstva produkci zhivotnovodstva [Mechanization and technology of livestock production]. Moscow: Koloss, 2000. 258 PP.
4. Uzhik V. F., Kitaeva O. V., Makarenko A. N., and others. Teoriya i raschet mashin dlya zhivotnovodstva [Theory and calculation of machines for animal husbandry]. May: Belgorod state UNIVERSITY, 2018. 285 PP.
5. Uzhik V. F. Tekhnologicheskie raschety v zhivotnovodstve [Technological calculations in animal husbandry]. Belgorod: BSAA, 2000. 86 PP.
6. SNiP II-3-79 Stroitel'naya teplotekhnika [Construction heat engineering]. Moscow: 1995.
7. SNIP 2.04.05-91 Otoplenie, ventilyaciya, kondicionirovanie [heating, ventilation, air conditioning]. Moscow: 1999.
8. Chekhunov O. A., Makarenko A. N., Mascarin A. V. and other Mashiny i oborudovanie v zhivotnovodstve [Machines and equipment in animal husbandry. Training manual for the implementation of course work and RSE for bachelors in the field of training 35.03.06 - "Agroengineering"]. Belgorod: Belgorod state UNIVERSITY, 2015. 116 PP.
9. Kazakov K. V., Makarenko A. N., Martynova I. V., and others. Zarubezhnaya sel'skohozyajstvennaya tekhnika [Foreign agricultural machinery]. Moscow; Belgorod: bibcom library collection Center, LLC, 2016. 200 PP.

### Сведения об авторах

Алейник Станислав Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры машин и оборудования в агробизнесе, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел +7(4722) 39-21-79, e-mail: [info@bsaa.edu.ru](mailto:info@bsaa.edu.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 38-19-48, e-mail: [olegbelgorod@mail.ru](mailto:olegbelgorod@mail.ru).

### Information about authors

Aleinik Stanislav Nikolaevich, candidate of technical Sciences, associate Professor 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. +7 (4722) 39-21-79, e-mail: [info@bsaa.edu.ru](mailto:info@bsaa.edu.ru).

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. +7(4722)38-19-48, e-mail: [olegbelgorod@mail.ru](mailto:olegbelgorod@mail.ru).

УДК 631.361.022.003.13

*Д.Н. Бахарев*

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КАЧЕСТВА ОТДЕЛЕНИЯ ЗЕРНА ОТ СТЕРЖНЯ ПРИ ОБМОЛОТЕ СОРТОВОЙ И ГИБРИДНОЙ КУКУРУЗЫ АКСИАЛЬНО-РОТОРНОЙ МОЛОТИЛКОЙ

**Аннотация.** Для обмолота сортовой и гибридной кукурузы разработана опытная конструкция аксиально-роторной молотилки с длиной ротора 1350 мм и диаметром 320 мм, на котором закреплена многозаходная спиральная навивка переменной высоты. Снижение высоты навивки от входа к выходу составляет 50...15 мм. Ротор на 360° охватывается пневмоадаптивной шипованной декой, установленной так, что между валом ротора и независимыми друг от друга подвижными шипами зазор от входа к выходу уменьшается в пределах 70...20 мм. Все шипы прижаты к деке посредством резиновых пневматических подушек с внутренним давлением 0,4 атмосферы. Проведены экспериментальные исследования производительности данного молотильного устройства на следующих режимах: частота вращения ротора 90...190 мин<sup>-1</sup>, с шагом  $\Delta_1 = 20$  мин<sup>-1</sup>, подача початков на обмолот 0,4...1,4 кг/с при шаге  $\Delta_2 = 0,2$  кг/с. В результате установлена логарифмическая зависимость производительности молотилки от подачи при фиксированной частоте вращения ее ротора. Установлены рациональные режимы работы молотилки, обеспечивающие ее максимальную производительность при отсутствии эффекта заклинивания ротора. Качественным показателем работы молотилки на этапе определения ее максимальной производительности принята суммарная масса недомолоченного и свободно сошедшего со стержнями зерна. В рациональном режиме работы данный показатель составляет 2,5%. Результаты экспериментальных исследований представлены в виде семейства кривых, полученных методом аппроксимации с достоверностью более 95%. Проведенные экспериментальные исследования являются поисковыми. Результаты исследований являются опорными для предстоящих экспериментов по определению режимов работы молотилки предложенной конструкции, обеспечивающих минимум макро- и микроповреждений зерна.

**Ключевые слова:** кукуруза, зерно, обмолот, производительность, режимы работы.

### RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF THE QUALITY OF GRAIN SEPARATION FROM THE COBS WHEN THRESHING VARIETAL AND HYBRID CORN IN AXIAL ROTARY THRESHER

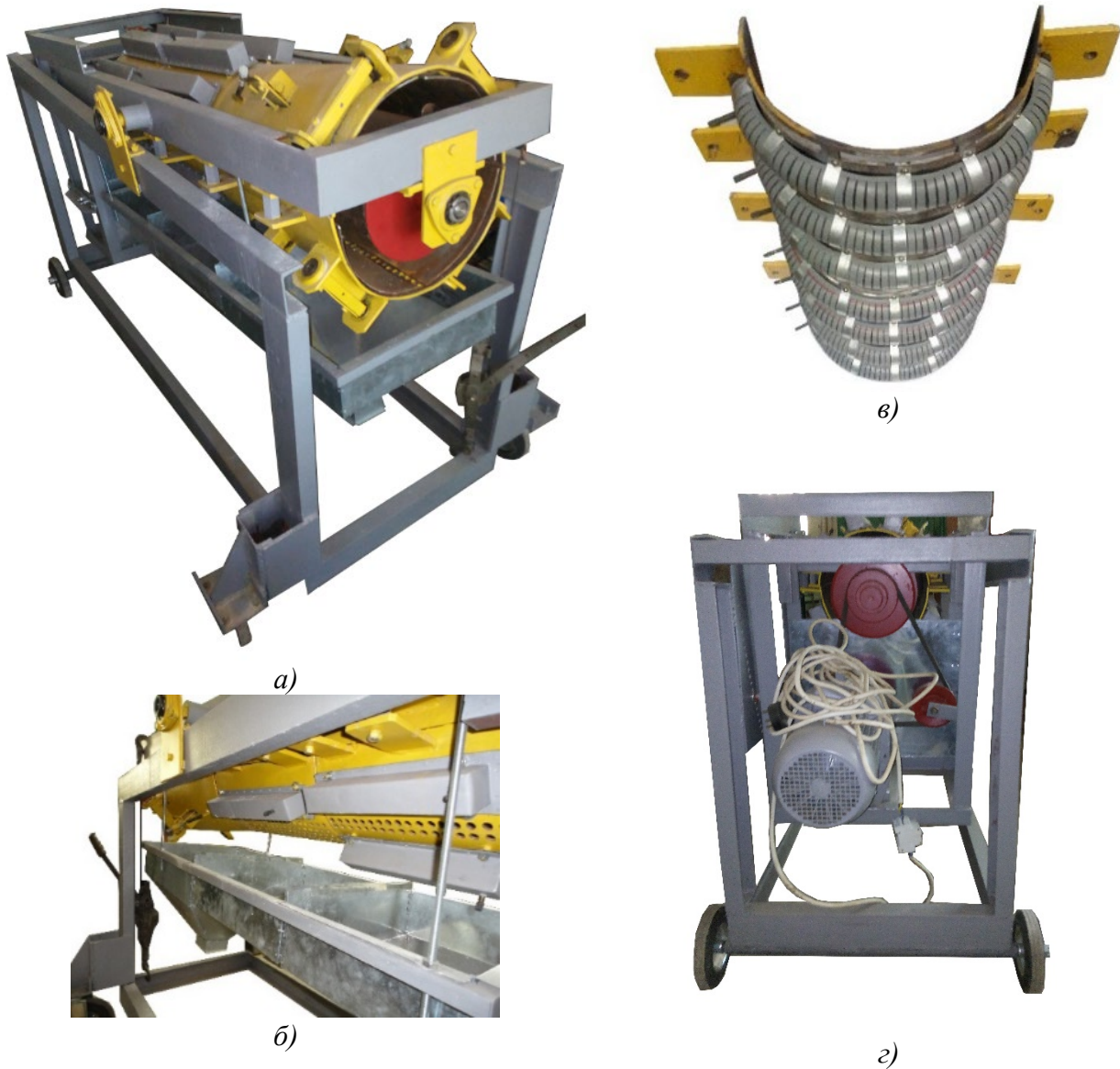
**Abstract.** For threshing varietal and hybrid corn, experimental design of an axial rotary thresher with a rotor length of 1350 mm and a shaft diameter of 320 mm has been developed, on which a multi-pass spiral winding is fixed, the height of which varies from the entrance to the exit within 50...15 mm. The rotor is covered by a 360° pneumatic-adaptive studded deck, installed so that the gap between the rotor shaft and the independent movable pins varies from the input to the output within 70...20 mm. All pins are pressed against the deck by rubber air bags with an internal pressure of 0,4 atmosphere. Experimental studies of the performance of this threshing device in the following modes: rotor speed 90...190 min<sup>-1</sup>, with a step of  $\Delta_1 = 20$  min<sup>-1</sup>, the feed of cobs to thresh 0,4...1,4 kg/s at a step of  $\Delta_2 = 0,2$  kg/s. As a result, the logarithmic dependence of the productivity of the thresher on the rotation frequency of its rotor is established. Rational modes of operation of the threshing machine are established, ensuring its maximum performance in the absence of the effect of jamming the rotor. A qualitative indicator of the threshing machine at the stage of determining its maximum performance is the total weight of the grain, consisting of a part that has not separated from the cobs and a part that has freely descended from the rods. In the rational mode of operation, this indicator is 2,5%. The results of experimental studies are presented as a family of curves obtained by the approximation method with a confidence of more than 95%. The conducted experimental studies are search results. The result of the research is a reference for the upcoming experiments to determine the modes of operation of the thresher of the proposed design, providing a minimum of macro-and micro damage to the grain.

**Keywords:** corn, grain, threshing, productivity, operating modes.

**Введение.** Экспериментальные исследования проводились в соответствии с Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства РФ на 2017-2025 гг., утвержденной постановлением Правительства РФ от 25.08.2017 г. № 996 с целью практической проверки теоретических предпосылок по разработке высокоэффективных аксиально-роторных молотилок сортовой и гибридной кукурузы.

По ГОСТ Р 54779-2011 «Комбайны кукурузоуборочные. Методы испытаний», целевым индикатором исследования является показатель суммарной массы недомолоченного и свободно сошедшего со стержнями зерна.

**Объект и методы исследований.** Объектом исследования является технологический процесс обмолота початков сортовой и гибридной кукурузы с влажностью 13...15% в стационарной аксиально-роторной молотилке с пневмоадаптивной декой (рисунок 1).



*а* – вид в сборе; *б* – дека с продольными пневмоподушками [1];  
*в* – дека с поперечными пневмоподушками [2]; *г* – привод ротора  
**Рис. 1. Стационарная аксиально-роторная молотилка сортовой  
и гибридной кукурузы с пневмоадаптивной декой**

В работе использовались общепринятые методы и методики проведения и статистической обработки результатов однофакторных экспериментов с использованием прикладных компьютерных программ.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Конструкция и принцип работы предлагаемой молотилки подробно изложены в источниках [1-3].

Для проведения поисковых экспериментальных исследований была разработана программа и методика исследований, определяющая действующие факторы и функции отклика: фактическую пропускную способность  $q_f$ , и показатель суммарной массы недомолоченного и свободно сошедшего со стержнями зерна. Согласно разработанной программы эксперимента на первоначальном этапе проводились поисковые опыты по определению рациональных значений частоты вращения ротора и подачи початков на обмолот, обеспечивающих требуемое значение показателя суммарной массы недомолоченного и свободно сошедшего



со стержнями зерна. Для этого были определены дискретные числовые значения действующих факторов:

- частота вращения ротора 90...190 мин<sup>-1</sup>, при шаге  $\Delta_1 = 20$  мин<sup>-1</sup>;
- подача початков на обмолот 0,4...1,4 кг/с, при шаге  $\Delta_2 = 0,2$  кг/с.

Экспериментальные исследования проводились в два этапа:

- определение максимально-возможных значений частоты вращения ротора и подачи початков на обмолот, исключая эффект кратковременных остановок ротора (определение рациональных интервалов значений факторов по заклиниванию);
- определение суммарной массы недомолоченного и свободно сошедшего со стержнями зерна в рамках ранее установленного рационального режима работы.

Дискретные числовые значения действующих факторов выбирались на основании анализа существующих опытно-конструкторских работ и результатов ранее проведенных теоретико-экспериментальных исследований [4 - 9].

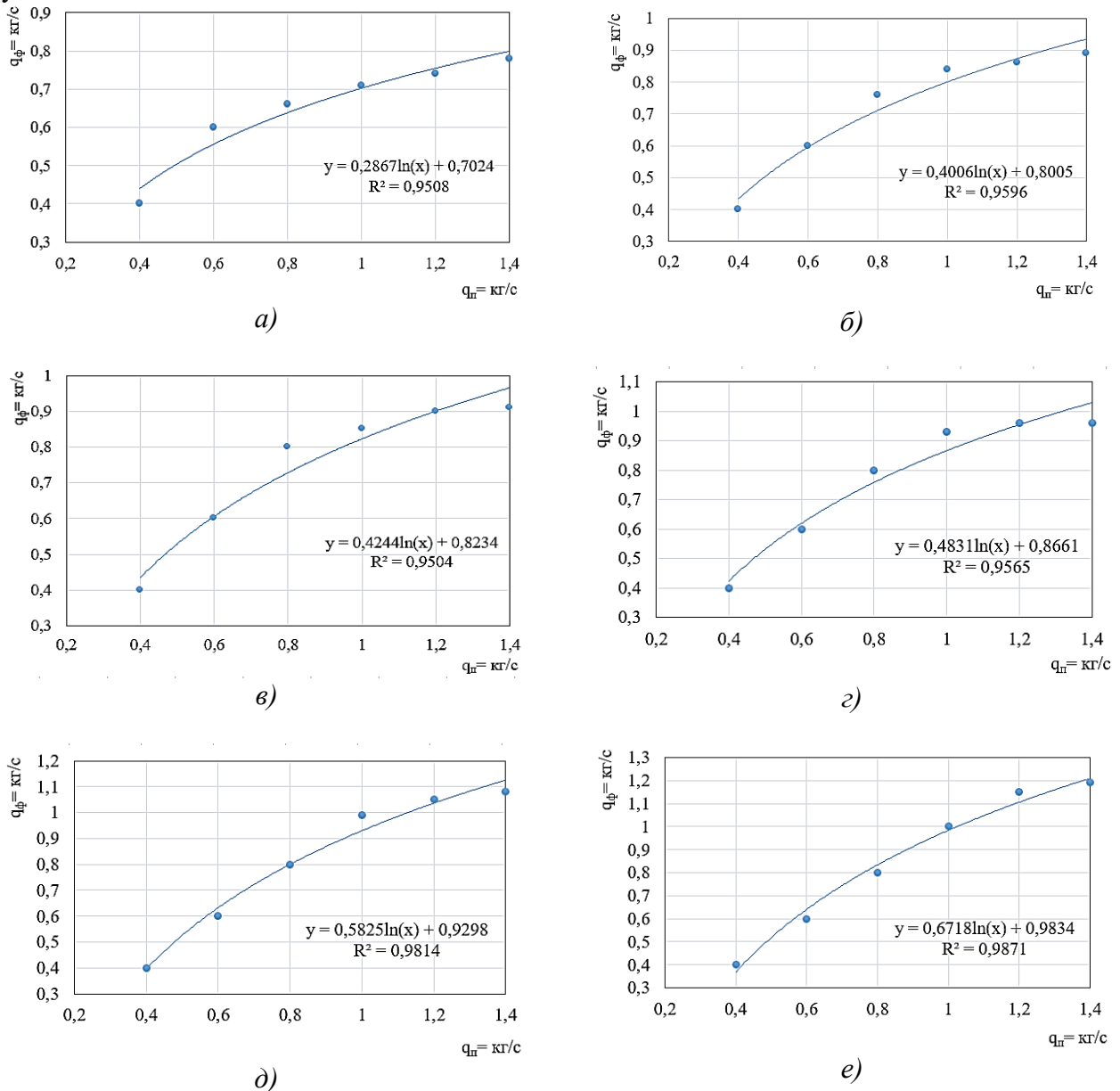
Методика эксперимента включала:

- установку на молотилку нижней деки с поперечными пневмоподушками (рисунок 1, в) и контроль давления в них при помощи манометра МТП-100. Верхняя дека оставалась в базовом варианте (рисунок 1, а);
- установку требуемой частоты вращения ротора при помощи сменных шкивов клиноременной передачи (рисунок 1, з). Набор сменных шкивов позволял изменять частоту вращения ротора с шагом  $\Delta_1 = 20$  мин<sup>-1</sup>;
- контрольные измерения частоты вращения ротора при помощи цифрового тахометра UT372;
- формирование навесок необмолоченных початков путем взвешивания на весах ВЕ-15ТЕ.2;
- укладку навесок початков в подающий лоток;
- подачу навесок початков в молотилку, с шестикратной повторностью каждого опыта;
- фиксацию времени входа в молотилку первого и последнего початка секундомером СОСпр-2б-2, для определения фактической подачи в кг/с;
- последовательное дискретное увеличение подачи до появления первого кратковременного заклинивания ротора, определения предела пропускной способности молотилки;
- построение соответствующих графических зависимостей;
- определение на весах ВЕ-15ТЕ.2 массы обмолоченных зерен, прошедших в накопительный бункер молотилки в каждом опыте, проведенном на режимах, обеспечивающих рациональную пропускную способность;
- ручной домолот стержней початков, выгруженных из молотилки в рациональном режиме обмолота;
- сбор зерен, свободно сошедших со стержнями в рациональном режиме обмолота;
- взвешивание на весах ВЕ-15ТЕ.2 массы свободно сошедших со стержнями зерен и массы зерен, домолоченных вручную;
- сопоставление массы зерен в бункере и суммарной массы недомолоченного и свободно сошедшего со стержнями зерна;
- построение диаграмм по средним значениям, полученным в экспериментах.

Результаты экспериментов по определению пропускной способности молотилки представлены на рисунке 2.

Графики, приведенные на рисунке 2 показывают, что изменение пропускной способности молотилки при увеличении подаваемой на обмолот массы початков происходит согласно логарифмической зависимости с достоверностью аппроксимации более 95%.

Экспериментально установлено, что при частоте вращения 170 и 190 мин<sup>-1</sup> и подаче 1,2 кг/с преодолевается предел пропускной способности, в результате ротор начинает кратковременно заклинивать, процесс протекает не стабильно, а при подаче 1,4 кг/с, ротор останавливается полностью. Данные точки эксперимента являются нецелесообразными, их следует исключить из области исследования.



а – при  $n = 90$  мин<sup>-1</sup>; б – при  $n = 110$  мин<sup>-1</sup>; в – при  $n = 130$  мин<sup>-1</sup>;  
г – при  $n = 150$  мин<sup>-1</sup>; д – при  $n = 170$  мин<sup>-1</sup>; е – при  $n = 190$  мин<sup>-1</sup>

**Рис. 2. Графические зависимости фактической пропускной способности молотилки  $q_{\text{ф}}$  от величины подачи  $q_{\text{п}}$  при фиксированной частоте вращения ротора  $n$**

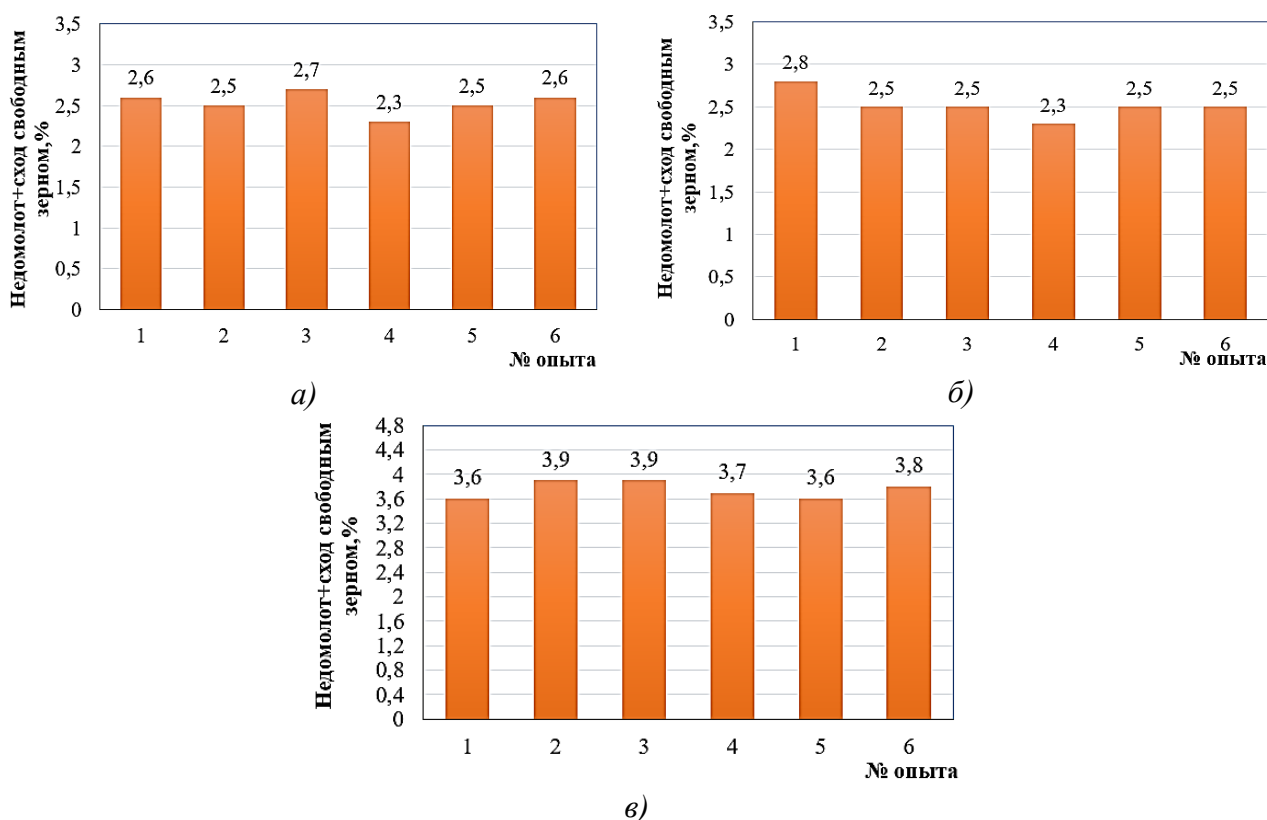
Из графиков видно, что в рамках выбранного шага изменения действующих факторов точное значение предела пропускной способности установить невозможно, однако можно установить область нахождения ее рационального значения. Это следует из того, что при оборотах ротора 150, 170 и 190 мин<sup>-1</sup> и подаче 0,8 и 1,0 кг/с процесс обмолота протекает стабильно, без рывков и остановок. При этом из графиков видно, что на повышенных частотах вращения ротора молотилка способна обработать 1,1 кг/с (см. рисунок 1, д, е). Следовательно, необходимы исследования с шагом не более 0,1 кг/с. Полученный результат позволяет сделать предположение, что рациональный интервал частот вращения ротора может находиться в пределах 150...190 мин<sup>-1</sup>, а подачи - 0,8...1,1 кг/с. В рамках полученных результатов эксперимента было проверено значение показателя суммарной массы недомолоченного и

свободно сошедшего со стержнями зерна. При этом значения действующих факторов были следующие:

- частота вращения ротора 150 мин<sup>-1</sup>, подача 0,8 кг/с;
- частота вращения ротора 170 мин<sup>-1</sup>, подача 1,0 кг/с;
- частота вращения ротора 190 мин<sup>-1</sup>, подача 1,0 кг/с.

На данных режимах пространство молотильной камеры равномерно заполняется обмолачиваемым материалом, шипы работают по всей поверхности пневмоадаптивной деки, початки не формируют уплотненных участков, а обмолоченные стержни эффективно выгружаются через отводное окно. Кроме того, основная масса обмолоченных стержней не разрушается продольно и не засоряет отводные прорези деки.

Результаты экспериментов по определению суммарной массы недомолоченного и свободно сошедшего со стержнями зерна представлены на рисунке 3.



а – при  $n = 150 \text{ мин}^{-1}$ ; б – при  $n = 170 \text{ мин}^{-1}$ ; в – при  $n = 190 \text{ мин}^{-1}$   
**Рис. 3. Диаграммы значений показателя суммарной массы недомолоченного и свободно сошедшего со стержнями зерна**

В настоящее время показатели работы стационарных молотилок кукурузы нормативно не регламентируются. В связи с этим качество обмолота в стационаре сравнивалось с данными приведенными в технических условиях (ТУ) на селекционные и зерноуборочные комбайны отечественных производителей [10, 11].

Согласно предложенных ТУ показатель суммарной массы недомолоченного и свободно сошедшего со стержнями зерна не должен существенно превышать 2...2,5%. То есть необходимо обеспечение данного показателя с доверительной вероятностью 0,95 от критического значения 2,5%. Как видно из столбчатых диаграмм, приведенных на рисунке 3, осуществлять обмолот при частоте вращения 190 мин<sup>-1</sup> нецелесообразно, поскольку среднее значение контролируемого показателя составляет 3,7% и находится за пределами доверительного интервала. При данной частоте вращения ротора зерно не успевает выводиться в бункер под действием гравитационных сил. В результате масса обмолоченных стержней во взаимосвязи с воздушным потоком, создаваемым лопастями ротора молотилки, увеличивает сход свободным зерном.

Показатель недомолота, без схода свободным зерном, во всех изучаемых случаях оставался в пределах 1,0...1,5%. Следовательно, на основании полученных значений показателя суммарной массы недомолоченного и свободно сошедшего со стержнями зерна рациональный интервал частот вращения ротора сократился и составил 150...170 мин<sup>-1</sup>.

Проведенные экспериментальные исследования являются поисковыми. Результат исследований является опорным для предстоящих одно- и многофакторных экспериментов по определению режимов работы молотилки предложенной конструкции, обеспечивающих минимум макро- и микроповреждений зерна. Здесь кроме вышеописанных факторов также будут учтены: угол наклона молотильной камеры относительно горизонта, количество шипов, давление в пневмоподушках и их количество и т.д.

**Выводы.** Проведенные поисковые исследования позволили определить область проведения одно- и многофакторных экспериментов направленных на установление закономерностей осуществления процесса обмолота початков кукурузы в молотилке разрабатываемой конструкции. В предложенной конструкции молотилки початков кукурузы рациональный интервал частот вращения ротора находится в пределах 150...170 мин<sup>-1</sup>, а подачи - 0,8...1,1 кг/с, что позволяет обеспечить показатель суммарной массы недомолоченного и свободно сошедшего со стержнями зерна не более 2,5%, в том числе 1,5% только недомолот. Полученные результаты, в перспективе, позволят спланировать и реализовать многофакторный эксперимент с функцией отклика выражающей минимум макро- и микроповреждений зерна.

#### Библиография

1. Патент на полезную модель № 171115 Российская Федерация, МПК А01F11/06(2006.01). Молотильно-сепарирующее устройство с системой ориентированной подачи початков кукурузы на обмолот / Вольвак С.Ф., Бахарев Д.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. № 2016147797; заявл. 06.12.2016; опубл. 22.05.2017, Бюл. № 15. 9 с.: ил.
2. Бахарев Д.Н., Вольвак С.Ф., Пастухов А.Г. Бионические основы конструирования молотильно-сепарирующих систем для початков кукурузы: монография. п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. 2018. 168 с.
3. Пастухов А.Г., Бахарев Д.Н., Молотильно-сепарирующее устройство для початков сортовой и гибридной кукурузы // Сельский механизатор. М.: 2019. № 12. С. 4-5.
4. Dmitriy Bakharev, Alexander Pastukhov, Sergey Volvak, Olga Sharaya. The substantiation of deck parameters of the rotary threshing device. Latvia University of Life Sciences and Technologies Faculty of Engineering, International Scientific Conference Engineering for rural development, proceedings, volume 18, May 22-24, 2019, Pp 481-486. (In English).
5. Бахарев Д.Н. Обобщенная задача и концепция теории обмолота сортовой и гибридной кукурузы // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 3 (23). С. 23-29.
6. Петунина И.А. Обмолот початков кукурузы: монография. Краснодар: КубГАУ, 2006. 200 с.
7. Курасов В.С., Куцеев В.В., Самурганов Е.Е. Механизация работ в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве кукурузы: монография. Краснодар: КубГАУ, 2013. 151 с.
8. Гуров И.Н. Механико-технологические основы обмолота кукурузы: автореф. дис. на соиск. науч. степени д-ра. техн. наук: спец. 05.20.01 «Механизация сельскохозяйственного производства» Новочеркасский политехнический институт, 1965. 37 с.
9. Патент на изобретение № 2269887 Российская Федерация, МПК А01F12/18(2006.01). Способ обмолота и очистки зерна и устройство для его осуществления / Анисимов А.В., Анисимов В.А., Васин М.П., Жалнин Э.В.; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Северокавказская опытная станция Всероссийского научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства (ГНУ СКС ВИМ) № 2004102305/12; заявл. 10.07.2005; опубл. 20.02.2006, Бюл. № 5. 7 с.: ил.
10. Министерство сельского хозяйства РФ, Департамент растениеводства, механизации, химизации и защиты растений Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центрально-Черноземная государственная зональная машиноиспытательная станция». Комбайн зерноуборочный самоходный селекционный Classic. Электронный ресурс. Режим доступа <http://chmis.ru/gosudarstvennye-uslugi/informatsionnye-uslugi/93-2017/93-kombajn-zernouborochnyj-samokhodnyj-selektсионный-classic>. Дата обращения 24.02.2020.
11. Сравнительные испытания сельскохозяйственной техники / под. ред В.М. Пронина. М.: ФГБНУ «Росинформатех», 2014. 416 с.

### References

1. Patent na poleznuyu model' № 171115 Rossijskaya Federaciya, MPK A01F11/06(2006.01). Molotil'no-separiruyushchee ustrojstvo s sistemoj orientirovannoj podachi pochatkov kukuruzy na obmolot [Threshing and separating device with a system of oriented feed of corn cobs for threshing] / Vol'vak S.F., Baharev D.N.; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO Belgorodskij GAU. № 2016147797; zayavl. 06.12.2016; opubl. 22.05.2017, Byul. № 15. 9 s.: il. (In Russian).
2. Baharev D.N., Volvak S.F., Pastuhov A.G. Bionicheskie osnovy konstruirovaniya molotil'no-separiruyushchih sistem dlya pochatkov kukuruzy: monografiya. [Bionic basis for the design of threshing and separating systems for corn cobs]. Majsij: FGBOU VO Belgorodskij GAU. 2018. 168 p. (In Russian).
3. Pastuhov A.G., Baharev D.N., Molotil'no-separiruyushchee ustrojstvo dlya pochatkov sortovoj i gibridnoj kukuruzy [Threshing and separating device for cobs of varietal and hybrid corn] // Sel'skij mekhanizator. M.: 2019. № 12. S. 4-5. (In Russian).
4. Dmitriy Bakharev, Alexander Pastukhov, Sergey Volvak, Olga Sharaya. The substantiation of deck parameters of the rotary threshing device. Latvia University of Life Sciences and Technologies Faculty of Engineering, International Scientific Conference Engineering for rural development, proceedings, volume 18, May 22-24, 2019, Pp 481-486. (In English).
5. Baharev D.N. Obobshchennaya zadacha i koncepciya teorii obmolota sortovoj i gibridnoj kukuruzy [Generalized problem and concept of the theory of threshing varietal and hybrid corn] // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. 2019. № 3 (23). S. 23-29. (In Russian).
6. Petunina I.A. Obmolot pochatkov kukuruzy [Threshed corn cobs]: monografiya. Krasnodar: KubGAU, 2006. 200 s. (In Russian).
7. Kurasov V.S., Kuceev V.V., Samurganov E.E. Mekhanizaciya rabot v selekcii, sortoispytanii i pervichnom semenovodstve kukuruzy [Mechanization of work in selection, variety testing and primary seed production of maize]: monografiya. Krasnodar: KubGAU, 2013. 151 s. (In Russian).
8. Gurov I.N. Mekhaniko-tehnologicheskie osnovy obmolota kukuruzy [Mechanical and technological bases of corn threshing]: avtoref. dis. na soisk. nauch. stepeni d-ra. tekhn. nauk: spec. 05.20.01 «Mekhanizaciya sel'skohozyajstvennogo proizvodstva» Novoчеркасский политехнический институт, 1965. 37 s. (In Russian).
9. Patent na izobrenenie № 2269887 Rossijskaya Federaciya, MPK A01F12/18(2006.01). Sposob obmolota i oчитки zerna i ustrojstvo dlya ego osushchestvleniya [Method of threshing and cleaning grain and device for its implementation] / Anisimov A.V., Anisimov V.A., Vasin M.P., ZHalnin E.V.; zayavitel' i patentoobladatel' Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie Severokavkazskaya opytная stanciya Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizacii sel'skogo hozyajstva (GNU SKS VIM) № 2004102305/12; zayavl. 10.07.2005; opubl. 20.02.2006, Byul. № 5. 7 s.: il. (In Russian).
10. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva RF, Departament rastenievodstva, mekhanizacii, himizacii i zashchity rastenij Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe uchrezhdenie «Central'no-CHernozemnaya gosudarstvennaya zonal'naya mashinoispytatel'naya stanciya». Kombajn zernouborochnyj samohodnyj selekcionnyj Classic [Combine harvester self-propelled selection Classic]. Elektronnyj resurs. Rezhim dostupa <http://chmis.ru/gosudarstvennye-uslugi/informatsionnye-uslugi/93-2017/93-kombajn-zernouborochnyj-samokhodnyj-selektcionnyj-classic>. Data obrashcheniya 24.02.2020. (In Russian).
11. Sravnitel'nye ispytaniya sel'skohozyajstvennoj tekhniki [Comparative tests of agricultural machinery]/ pod. red V.M. Pronina. M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2014. 416 s. (In Russian).

### Сведения об авторе

Бахарев Дмитрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технической механики и конструирования машин ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, тел. +7 4722 39-12-33 e-mail: baharevdn\_82@mail.ru.

### Information about authors

Baharev Dmitriy N., candidate of technical sciences, docent of the department of technical mechanics and construction of machines 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 39-12-33 e-mail: baharevdn\_82@mail.ru.

УДК 631.363

*А.С. Брусенцов, М.И. Туманова, Н.А. Накоркешко, В.Д. Бакшанский*

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос применения электронно-вычислительных средств, при расчете параметров в процессе проектирования системы обеспечения микроклимата и водоснабжения и поения крупного рогатого скота на животноводческих комплексах. Разработка технологической схемы проектируемой линии по обслуживанию поголовья животных осуществляется после определения специализации, производственной мощности, характеристики кормовой базы животноводческого комплекса. Основными факторами, определяющими технологию производства, на ферме являются способ содержания и кормления животных. Для исследования животноводческого комплекса, с целью выбора оптимальных параметров, отвечающих поставленным техническим условиям, был использован системный подход, где в качестве системы рассмотрен животноводческий комплекс. Система представляет комплекс взаимосвязанных элементов, а именно поточно-технологических линий: кормоцеха, раздачи кормов, водоснабжение на нужды фермы и жизнеобеспечение животных, соответствующие линии по виду доильного оборудования, а также обработку, переработку хранение молока согласно технологическому процессу. Успешное решение сложных задач и расчетов на крупных племенных заводах и животноводческих комплексах осуществляется благодаря современным инновационным технологиям, которые в кратчайшие сроки и с наименьшими ошибками помогают подобрать оборудование и решить сложные проектировочные задачи. Перспективным направлением является создание программных продуктов на известных и широко распространенных языках кодировок таких как C++ и C#. Использована известная методика расчета технологических параметров при проектировании линии водоснабжения и поения животных системы вентиляции для крупного рогатого скота, а также разработана программа для расчета на электронно-вычислительных средств этих параметров. Представлен листинг программы и результаты расчета.

**Ключевые слова:** технология, технологический процесс, вентиляция, микроклимат производственная линия, расчёт

## AUTOMATED CALCULATION OF PARAMETERS OF SOME TECHNOLOGICAL PROCESSES IN ANIMAL HUSBANDRY

**Abstract.** In the article the question of the use of COMPUTER is examined at the calculation of parameters in the process of planning of the system of providing of microclimate and water-supply and cattle watering on stock-raising complexes. Development of flowsheet of the designed line on maintenance of population of animals comes true after determination of specialization, production capacity, description of feed base of stock-raising complex. By basic factors, qualificatory technology of production, on a farm are the method of maintenance is fed. For research of stock-raising complex, with the purpose of choice of optimal parameters answering the put technical requirements, approach of the systems was used, where as a system a stock-raising complex is considered. The system presents the complex of associate elements, namely continuous-process lines: preparation center, distributions of forage, water-supply on the needs of farm and life-support of animals, corresponding tenches by appearance milking equipment, and also treatment, processing storage of milk according to a technological process. The successful decision of intricate problems and calculations on large tribal plants and stock-raising complexes comes true due to modern innovative technologies that in the earliest possible dates and with the least errors help to pick up an equipment and decide intricate design problems. Perspective direction is creation of software products on well-known and widespread languages of codes such as With++ and With#. Well-known methodology of calculation of technological parameters is used at planning of line of water-supply and поения of animals of the system of ventilation for cattle, and also the program is worked out for a calculation on COMPUTER of these parameters. The program listing and results of calculation is presented.

**Keywords:** technology, technological process, ventilation, a microclimate is a productive line, calculation

**Введение.** Наиболее значимой отраслью сельского хозяйства является животноводство, так как поставляет населению ценные продукты питания богатые протеином, жирами, углеводами, минералами и т.д. Лидирующее место по производству продукции животноводства крупного рогатого скота (КРС) занимают современные механизированные и автоматизированные крупные животноводческие комплексы. Фермы КРС в зависимости от производственного направления подразделяются: племенные и товарные (рисунок 1).

Основными факторами, определяющими технологию производства животноводческой продукции [1, 2, 5-10] на этих фермах являются способы содержания животных (привязное или беспривязное), перечень и последовательность приемов и операций водоснабжения, кормоприготовления, получения и переработки продукции, ухода за животными, очистка

помещений. Таким образом качественная животноводческая продукция зависит от продуктивности животных, которая определяется породными генофондом и качеством содержания животных. В большей степени раскрыть потенциал продуктивности животного можно путем создания «комфортной» среды обитания.

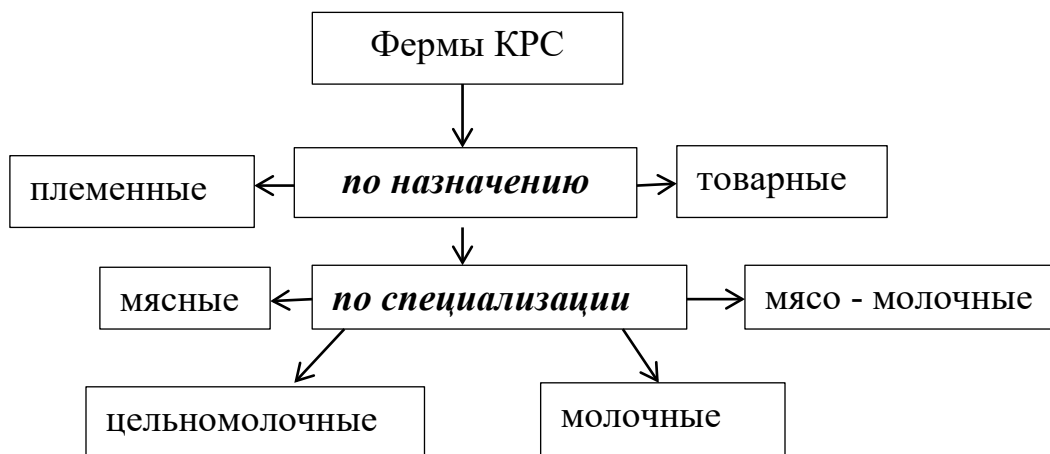


Рис. 1. Структурная схема комплекса КРС

Выбор машин осуществляется на основе технологической проектируемой линии. После оформления приступают к технологическому расчёту основных машин поточной технологической линии.

**Объект и методы исследования.** Для исследования животноводческого комплекса, с целью выбора оптимальных параметров, отвечающих поставленным техническим условиям, был использован системный подход, где в качестве системы рассмотрен животноводческий комплекс. Система представляет комплекс взаимосвязанных элементов, а именно поточно-технологических линий (ПТЛ): кормоцеха, раздачи кормов, водоснабжение на нужды фермы и жизнеобеспечение животных, соответствующие линии по виду доильного оборудования, а также обработку, переработку хранение молока согласно технологическому процессу. Также надо сказать и о линиях системы жизнеобеспечения животных сюда входит климатическое оборудование и очистки отстаивания и перерабатывающие сооружения экскрементов. Факторы, влияющие на систему на входе: способ содержания, кормление животных, на выходе - готовая продукция (рисунок 2).

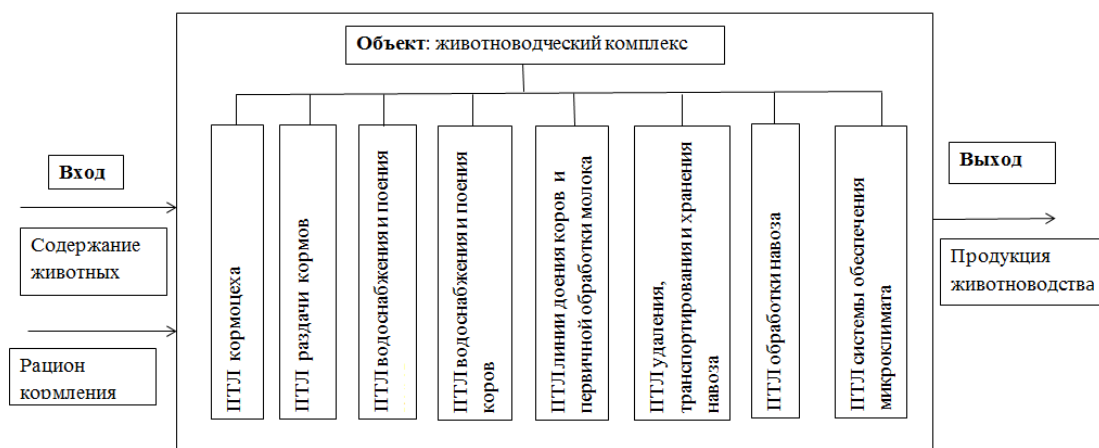


Рис. 2. Структурная схема животноводческого комплекса КРС на основе системного подхода

Приготовление кормов непосредственно на самой животноводческой ферме представляет собой наиболее трудоёмкий процесс из перечисленных выше. Таким образом, автоматизация должна иметь комплексный подход, которая поможет выполнить все вспомогательные

работы по приготовлению кормов, реализуя потенциал робототехники, осуществляющей перемещение обрабатываемого продукта от одного механизма к другому.

Капитальное строительство новых или модернизация старых животноводческих помещений, ферм, комплексов начинается с проектирования. Проектирование технологического процесса технологических линий осуществляется в соответствии с зоотехническими требованиями.

Успешное решение сложных задач и расчётов на крупных племенных заводах и животноводческих комплексах осуществляется благодаря современным инновационным технологиям, которые в кратчайшие сроки и с наименьшими ошибками помогают подобрать оборудование и решить сложные проектировочные задачи. Если выполнять сравнения с этапами проектирования в начале столетия, когда только развивалась отрасль программного обеспечения, вычислительное оборудование было менее производительным по сравнению с современным, доступность в новейших разработках была ограниченной, поэтому приходилось выполнять ручную часть операций, тратя значительные ресурсы времени. Сейчас, выполняя мониторинг среди программного обеспечения, технического оснащения и технологических систем при проектировании, сложно определиться с выбором ввиду обилия предлагаемого ресурса. Так обстоит дело только в нашей стране, поэтому другие страны предлагают свое современное оборудование уже зарекомендовавшее себя на производстве животноводческой продукции. Для оптимального его использования и грамотного перевооружения в ходе реконструкции существующих фермерских комплексов необходимо выполнить качественные расчёты при проектировании. Подбор оборудования для осуществления производственного и технологического процесса необходимо выполнять, используя технологию моделирования, чтобы минимизировать эксплуатационные и финансовые затраты [3, 4].

Современные животноводческие комплексы должны обеспечивать не только получение сырья, но и поставку конечного продукта, который сразу должен идти на нужды населения. Перспективным направлением является создание программных продуктов на известных и широко распространённых языках кодировок таких как C++. Данный языковой шифр считается самым популярным в среде программирования как наиболее универсальным, который подходит под решение многих задач в том числе и интересующие нас расчёты технологических процессов и подбор оборудования для животноводческих предприятий. Кроме того, на рынке присутствует программный продукт «КОРАЛЛ», разработанный в МСХА. В него входят блоки по кормлению КРС, свиней, овец, птицы, учёт на ферме КРС, кормовая база хозяйства. Программа «Селэкс», предназначенная для работы в условиях племенных заводов и крупных товарных хозяйств.

**Цель исследования** - создать автоматизированный расчёт параметров оборудования при проектировании линий: водоснабжения и поения коров на языке программирования C#, вентиляции в коровнике языке программирования и C++.

Алгоритм изображен в виде общей схемы, по которой работает приложение, не вдаваясь в подробности вычислений и работы интерфейса (рисунок 3).

**Результаты и обсуждение.** Рассмотрим использование ЭВМ при проектировании линии водоснабжения и поения животных в классическом варианте, а потом постараемся решить задачу по проектированию ПТЛ водоснабжения и поения коров с использованием программы, написанной на языке программирования C#.

В программе использовались известные методики расчета среднесуточного расхода воды, расчета напорно-регулирующего сооружения, выбора водоподъёмника, поения животных и расчета на животноводческих комплексах.



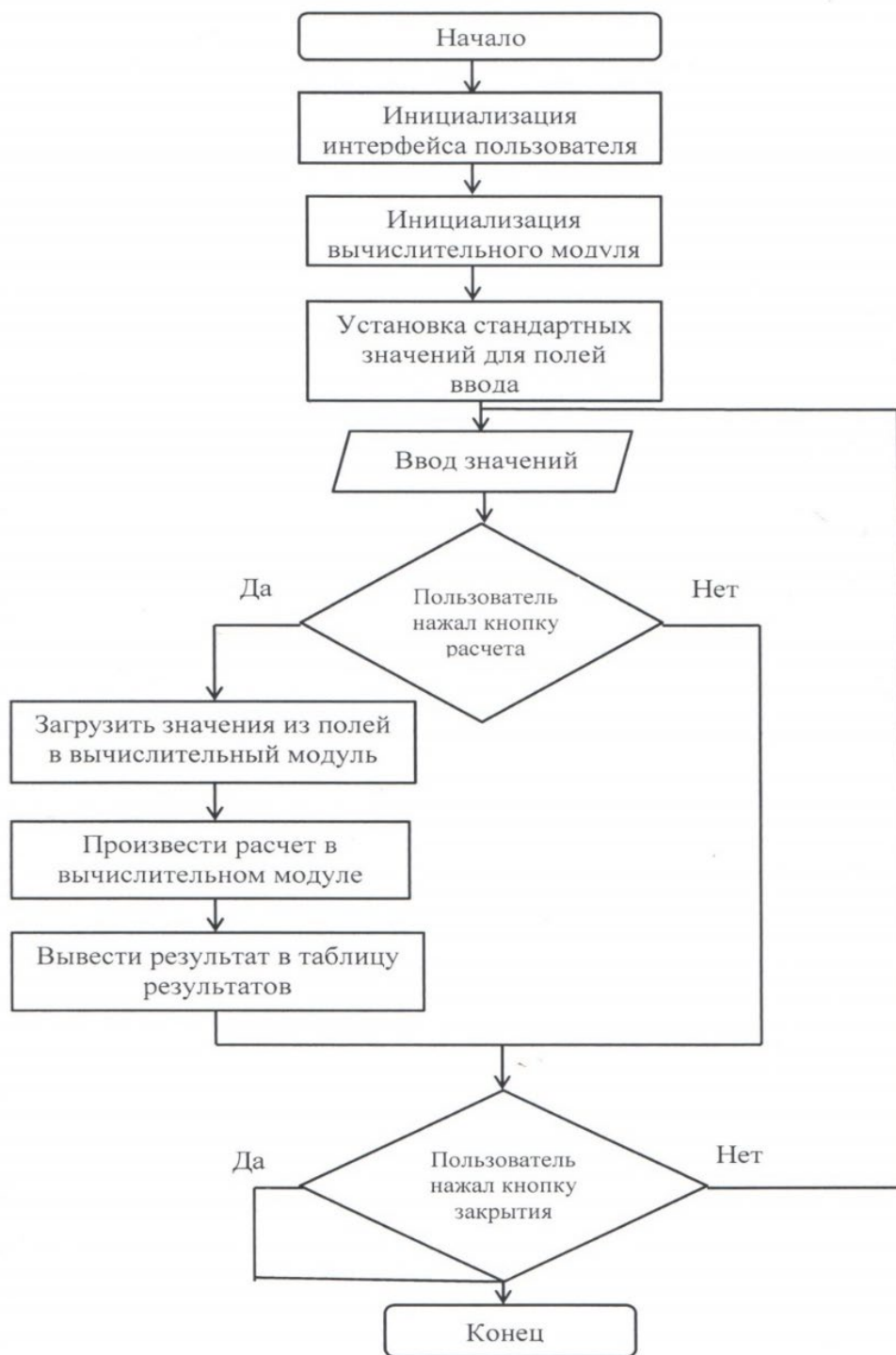


Рис. 3. Алгоритм расчета, представленный в виде общей схемы

Ниже представлены фрагмент листинга программы кода вычислительного модуля и на рисунке 4 результаты расчета.

```
namespace Water_Supply {  
public class Mathematician {  
public const double a1 = 1.3;  
public const double a2 = 2.5;  
public const double powerGravity = 4.4;  
public const double g = 9.81;  
public const double lambda = 0.03;  
public const double density = 1000;  
public const double absShift = 8338000000;
```

```

public const double timeDanger = 2;
public const double v = 10;
public const double time = 10;
public const double heightGeodeticSuctions = 6.0;
public const double heightGeodeticDischarges = 8.5;

public double q1;
public double q2;
public double m1;
public double m2;
public double procent;
public double H_Freedom;
public double distance;
public double lambdaResistance;
public double heightBarn;
public double heightTurret;
public double lossPressure;
public double countAnimal;
public double z;
public double speed;
public double d;

private double deflectionSpring;
private double q_Score;
private double lossPressureResistance;
private double pressurePump;
private double powerPressurePress;
private double powerPressureWater;
private double powerPressureArm;
private double strenght;
private double lossPumpPressureResistance;

public double Q_Day {
    get {
        return q1 * m1 + q2 * m2;
    }
}

public double Q_Max_Day {
    get {
        return Q_Day * a1;
    }
}

public double Q_Max_Hour {
    get {
        return (Q_Max_Day / 24) * a2;
    }
}

public double Q_Max_Second {
    get {
        return Q_Max_Hour / 3600;
    }
}

public double Q_Score {
    get {
        q_Score = (double)(Math.PI * Math.Pow(d, 2) * speed) / 4;
        return q_Score;
    }
}

public double V_Regular {
    get {
        return ((procent / 100) / 1000) * Q_Max_Day;
    }
}

public double V_Danger {

```

```

    get {
        return (timeDanger * Q_Max_Hour) / 1000;
    }
}

public double V_Vs_Fire {
    get {
        return (time * 60 * v) / 1000;
    }
}

public double V {
    get {
        return (double)(V_Regular + V_Danger + V_Vs_Fire);
    }
}

public double SumLoss {
    get {
        return LossOnFriction + LossOnResistance();
    }
}

public double LossOnFriction {
    get {
        return (0.0827 * lambda * (distance / Math.Pow(d, 5)) * Math.Pow(Q_Score, 2));
    }
}

public double LossOnResistance(double e = 0.1f) {
    return e * LossOnFriction;
}

public double HeightLocation {
    get {
        return Math.Abs(H_Freedom + SumLoss) + Math.Abs(heightBarn - heightTurret);
    }
}

public double FullPressurePump(double lossPumpSuctions, double lossFriction) {
    pressurePump = heightGeodeticSuctions + heightGeodeticDischarges + lossPumpSuctions + lossFriction;
    return pressurePump;
}

public double LossPressureResistance(List<double> e) {
    double sum = 0;
    for (int i = 0; i < e.Count; i++) sum += e[i];
    lossPumpPressureResistance = (sum * Math.Pow(speed, 2)) / (2 * g);
    return lossPumpPressureResistance;
}

public double Power(double hourSupply, double k, double kpdPump, double kpd = 1.0f) {
    double a = (Q_Max_Hour / 1000);
    if (hourSupply >= a) return (3.0 * density * k * pressurePump * g) / (kpdPump * kpd);
    else return (hourSupply * density * k * pressurePump * g) / (kpdPump * kpd);
}

public double CountDrinker {
    get {
        return countAnimal / z;
    }
}

public double DeflectionSpring(double firstLenghtSpring = 0.05, double previouslySqueezedSpring = 0.031) {
    deflectionSpring = firstLenghtSpring - previouslySqueezedSpring;
    return deflectionSpring;
}

public double PowerPressurePress(double countCoil, double radius, double diameter) {

```



программы кода вычислительного модуля, которые непосредственно и осуществляет все вычисления ( на языке программирования C++).

```
#include "cows.h"

int Cows::getCowAmount_farm() const
{
    return *cowAmount_farm;
}

void Cows::setCowAmount_farm(int value)
{
    *cowAmount_farm = value;
}

double Cows::getCowMass() const
{
    return *cowMass;
}

void Cows::setCowMass(double value)
{
    *cowMass = value;
}

double Cows::getMinAirExchange() const
{
    return *minAirExchange;
}

void Cows::setMinAirExchange(double value)
{
    *minAirExchange = value;
}

double Cows::getNormalCowDioxideAmount() const
{
    return *normalCowDioxideAmount;
}

void Cows::setNormalCowDioxideAmount(double value)
{
    *normalCowDioxideAmount = value;
}

double Cows::getMaxDioxidePerRoom() const
{
    return *maxDioxidePerRoom;
}

void Cows::setMaxDioxidePerRoom(double value)
{
    *maxDioxidePerRoom = value;
}

double Cows::getDioxideAmountPerAdditionalAir() const
{
    return *dioxideAmountPerAdditionalAir;
}

void Cows::setDioxideAmountPerAdditionalAir(double value)
{
    *dioxideAmountPerAdditionalAir = value;
}

double Cows::getWaterVaporPerCow() const
{
    return *waterVaporPerCow;
}
```

```

void Cows::setWaterVaporPerCow(double value)
{
    *waterVaporPerCow = value;
}

double Cows::getRoomAirHumidityPercent() const
{
    return *roomAirHumidityPercent;
}

void Cows::setRoomAirHumidityPercent(double value)
{
    *roomAirHumidityPercent = value;
}

double Cows::getMaxAirHumidity18C() const
{
    return *maxAirHumidity18C;
}

void Cows::setMaxAirHumidity18C(double value)
{
    *maxAirHumidity18C = value;
}

double Cows::getByreVolume() const
{
    return *byreVolume;
}

void Cows::setByreVolume(double value)
{
    *byreVolume = value;
}

double Cows::getMaxTemperature_room() const
{
    return *maxTemperature_room;
}

void Cows::setMaxTemperature_room(double value)
{
    *maxTemperature_room = value;
}

double Cows::getAverageOutsideTemperature() const
{
    return *averageOutsideTemperature;
}

void Cows::setAverageOutsideTemperature(double value)
{
    *averageOutsideTemperature = value;
}

double Cows::getSectionSquireOfAirCanal() const
{
    return *sectionSquireOfAirCanal;
}

void Cows::setSectionSquireOfAirCanal(double value)
{
    *sectionSquireOfAirCanal = value;
}

double Cows::getWaterVaporCoefficient() const
{
    return *waterVaporCoefficient;
}

```

```
void Cows::setWaterVaporCoefficient(double value)
{
    *waterVaporCoefficient = value;
}

double Cows::getAverageAbsoluteAirHumidity() const
{
    return *averageAbsoluteAirHumidity;
}

void Cows::setAverageAbsoluteAirHumidity(double value)
{
    *averageAbsoluteAirHumidity = value;
}

double Cows::getCanalHeight() const
{
    return *canalHeight;
}

void Cows::setCanalHeight(double value)
{
    *canalHeight = value;
}

double Cows::getInflowCanalIncreasePercent() const
{
    return *inflowCanalIncreasePercent;
}

void Cows::setInflowCanalIncreasePercent(double value)
{
    *inflowCanalIncreasePercent = value;
}

Cows::Cows() {
}

Cows::~~Cows() {
    if (cowAmount_farm) delete cowAmount_farm;
    if (cowMass) delete cowMass;
    if (minAirExchange) delete minAirExchange;
    if (normalCowDioxideAmount) delete normalCowDioxideAmount;
    if (maxDioxidePerRoom) delete maxDioxidePerRoom;
    if (dioxideAmountPerAdditionalAir) delete dioxideAmountPerAdditionalAir;
    if (waterVaporPerCow) delete waterVaporPerCow;
    if (roomAirHumidityPercent) delete roomAirHumidityPercent;
    if (maxAirHumidity18C) delete maxAirHumidity18C;
    if (byreVolume) delete byreVolume;
    if (maxTemperature_room) delete maxTemperature_room ;
    if (averageOutsideTemperature) delete averageOutsideTemperature;
    if (sectionSqureOfAirCanal) delete sectionSqureOfAirCanal;

    //AdditionalValues
    if (waterVaporCoefficient) delete waterVaporCoefficient;
    if (averageAbsoluteAirHumidity) delete averageAbsoluteAirHumidity;
    if (canalHeight) delete canalHeight;
    if (inflowCanalIncreasePercent) delete inflowCanalIncreasePercent ;
}

double Cows::ComputeMinValidAirExchange() const {
    return ((*cowAmount_farm) * (*cowMass) * (*minAirExchange))/100.0;
}

double Cows::ComputeAirExchangeForDioxide() const {
    return ((*normalCowDioxideAmount)*(*cowAmount_farm))/(*maxDioxidePerRoom - *dioxideAmountPerAdditionalAir);
}

double Cows::ComputeAirExchangeForOverflow() const{
```

```

return ((*waterVaporPerCow)*(*cowAmount_farm)*(*waterVaporCoefficient))/(ComputeMaxWaterVaporPerRoom() -
*averageAbsoluteAirHumidity);
}

double Cows::ComputeMaxWaterVaporPerRoom() const {
return ((*roomAirHumidityPercent) * (*maxAirHumidity18C))/100.0;
}

double Cows::ComputeHourAirExchangeMultiplicity() const
{
return ComputeMinValidAirExchange() / * byreVolume; //round
}

double Cows::ComputeCommonSquareOfAirCanals() const
{
return ComputeMinValidAirExchange()/(3600.0*ComputeCanalAirSpeed());
}

double Cows::ComputeCanalAirSpeed() const
{
return 2.2 * sqrt((( *canalHeight)*(*maxTemperature_room)-(*averageOutsideTemperature)))/(273.0));
}

double Cows::ComputeCanalAmount() const
{
return ComputeCommonSquareOfAirCanals()/(*sectionSquireOfAirCanal); //round
}

double Cows::ComputeInflowCanalSquare() const
{
return ComputeCommonSquareOfAirCanals()*((100.0+*inflowCanalIncreasePercent)/100.0);
}

double Cows::ComputeInflowCanalAmount() const
{
return ComputeInflowCanalSquare()/(*sectionSquireOfAirCanal);
}

```

На рисунке 6 представлены результаты расчёты проектирования системы вентиляции в коровнике.

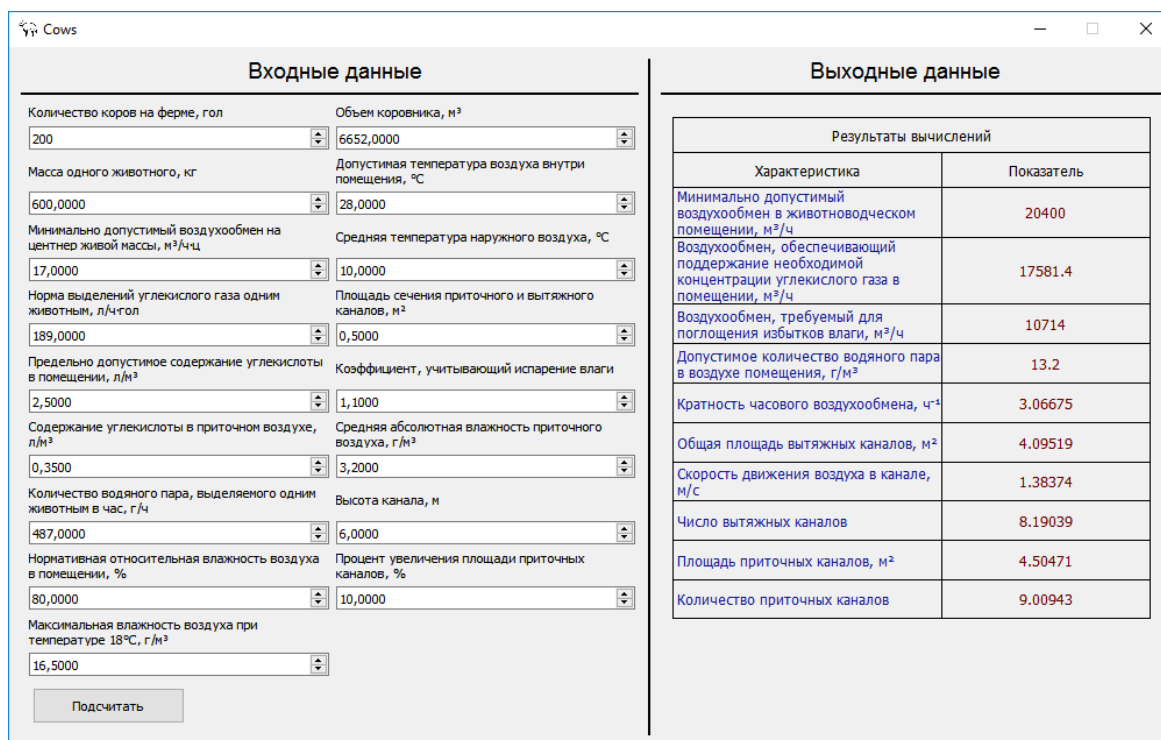


Рис. 6. Результаты расчёта проектирования вентиляции в коровнике



**Заключение.** Таким образом, использование ЭВМ при проектировании поточно-технологических линий на крупных животноводческих комплексах позволяет:

- исключить человеческий фактор;
- произвести эффективный, точный, быстрый расчёт параметров технологических процессов;
- ускорить подбор требуемого оборудования или поиск альтернативы техническим средствам, опираясь на рыночную стоимость изделий;
- создавать макеты животноводческих предприятий на начальных этапах научно-исследовательских работ (НИОКР) и представить бизнес-план для поиска инвесторов;
- сокращению сроков строительства и введения в эксплуатацию животноводческого комплекса.

#### Библиография

1. Брусенцов А.С. К вопросу совершенствования измельчителя соломы на зерноуборочном комбайне // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам 71 –й научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2015 год, 2016. С. 196-197.
2. Фролов В. Ю., Сысоев Д. П., Туманова М. И. Повышение эффективности производства живого скота // Британский журнал инноваций в науке и технике, 2016. №1. С. 25-34.
3. Петунина И.А., Котелевская Е.А. Оптико-электронное распознавание початков кукурузы // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2016. №1 (29) С. 79-82.
4. Петунина И.А., Котелевская Е.А. Использование цветových кодов для разделения початков кукурузы при сортировании // Международный научный журнал, 2015. №4. С.61-63.
5. Михеенко А.А., Брусенцов А.С. Энергосберегающие технологии при уборке незерновой части урожая зерновых и зернобобовых культур // В сборнике Научное обеспечение агропромышленного комплекса Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых, 2016. С. 372.
6. Гаврилов М.Д., Туманова М.И., Сысоев Д.П., Фролов В.Ю. Раздатчик-измельчитель рулонной заготовки // В сборнике: Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам IX Всероссийской конференции молодых ученых преподавателей по итогам НИР за 2016 год. 2016. С. 330-331.
7. Фролов В.Ю., Сысоев Д.П., Туманова М.И. Классификация кормораздатчиков // Техника и оборудование для села, 2015. №7. С. 18 – 19.
8. Туманова М.И. К вопросу обоснования конструктивно-режимных характеристик дискового рабочего органа, оснащенного режущими сегментами // Вестник аграрной науки Дона. 2018. № 41. С. 65 – 70.
9. Туманова М.И. К вопросу по совершенствованию технических средств измельчения прессованных грубых кормов // В сборнике: Инновационные тенденции развития российской науки: материалы X Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной Году экологии и 65-летию Красноярского ГАУ, 2017. С. 191 – 193.
10. Tumanova M.I., Frolov V.Yu, Sysoev D.P., Morozova N.Yu. Theoretical aspects of the process grinding stalk feed chopper with a disk working body // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019. T.6. № 6. С. 13440-13444.

#### References

1. Brusentsov A.S. K voprosu sovershenstvovaniya izmel'chitelya solomy na zernouborochnom kombajne [On the issue of improving the straw shredder on a combine harvester]. Kuban state agrarian University. I. T. Trubilina, KUB. GAU printing house, Collection of articles based on the materials of the 71st scientific and practical conference of teachers on the results of research in 2015, 2016. Pp. 196-197.
2. Frolov V.Yu, Sysoev D.P, Tumanova M.I. Povyshenie effektivnosti proizvodstva zhivogo skota [Improvement of the livestock production efficiency] // British Journal of Innovation in Science and Technology, 2016. No 1. Pp. 25-34.
3. Petunina I.A., Kotelevskaya E.A. Optiko-elektronnoe raspoznavanie pochatkov kukuruzy [Optical-electronic recognition of corn cobs] // Bulletin of the Ryazan state agrotechnological University. 2016 No. 1 (29) Pp. 79-82.
4. Petunina I.A., Kotelevsky E.A. Ispol'zovanie cvetovyh kodov dlya razdeleniya pochatkov kukuruzy pri sortirovanii [Use color codes to separate the corn cobs when sorting] // international scientific journal. 2015 No. 4. Pp. 61-63.
5. Mikheenko A.A., Brusentsov A.S. Energosbergayushchie tekhnologii pri uborke nezernovoj chasti urozhaya zernovyh i zernobobovyh kul'tur [Energy-saving technologies for harvesting the non-grain part of the crop of grain and leguminous crops] // In the collection of Scientific support of the agro-industrial complex Collection of articles based on the materials of the IX all-Russian conference of young scientists, 2016. Pp. 372.
6. Gavrilov M.D., Tumanova M.I., Sysoev D.P., Frolov V.Yu. Razdatchik-izmel'chitel' rulonnoj zagotovki [Distributor-shredder of rolled billets] // In the collection: Scientific support of the agro-industrial complex.

Collection of articles based on the materials of the IX all-Russian conference of young scientists and teachers based on the results of research in 2016. 2016. Pp. 330-331.

7. Frolov V.Yu., Sysoev D.P., Tumanova M.I. Klassifikaciya kormorazdatchikov [Classification of feed feeders] // Machinery and equipment for the village. 2015. No. 7. Pp. 18 - 19.

8. Tumanova M.I. K voprosu obosnovaniya konstruktivno-rezhimnyh harakteristik diskovogo rabocheho organa, osnashchennogo rezhushchimi segmentami [On the issue of substantiating the design and operating characteristics of a disk working body equipped with cutting segments] // Bulletin of agrarian science of the don, 2018. No. 41. Pp. 65-70.

9. Tumanova M.I. K voprosu po sovershenstvovaniyu tekhnicheskikh sredstv izmel'cheniya pressovannyh grubyh kormov [On the issue of improving the technical means of grinding compressed coarse feed] // In the collection: Innovative trends in the development of Russian science materials of the X International scientific and practical conference of young scientists dedicated to the year of ecology and the 65th anniversary of the Krasnoyarsk state UNIVERSITY, 2017. Pp. 191 - 193.

10. Tumanova M.I., Frolov V.Yu, Sysoev D.P., Morozova N.Yu. [Theoretical aspects of the process grinding stalk feed chopper with a disk working body] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019. T.6. No 6. Pp. 13440-13444.

#### **Сведения об авторах**

Брусенцов Анатолий Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры процессы и машины в агробизнесе, ФГБОУ ВО КубГАУ им. Трубилина, ул. Калинина д.13, г. Краснодар, Россия, 350044, тел. +7 (861) 221-59-31, e-mail КубГАУ: [mail@kubsau.ru](mailto:mail@kubsau.ru), личный e-mail: [anatoley31@mail.ru](mailto:anatoley31@mail.ru)

Туманова Марина Ивановна, аспирант, старший преподаватель кафедры механизации животноводства и БЖД, ФГБОУ ВО КубГАУ им. Трубилина, ул. Калинина д.13, г. Краснодар, Россия, 350044, тел. +7-905-40-38-134, e-mail КубГАУ: [mail@kubsau.ru](mailto:mail@kubsau.ru), личный e-mail: [tumanova-kgau@mail.ru](mailto:tumanova-kgau@mail.ru)

Накоркешко Николай Александрович, студент, кафедра информационных систем, ФГБОУ ВО КубГАУ им. Трубилина, ул. Калинина д.13, г. Краснодар, Россия, 350044, тел. +7-918-056-82-04, e-mail КубГАУ: [mail@kubsau.ru](mailto:mail@kubsau.ru), личный e-mail: [shortkedr@bk.ru](mailto:shortkedr@bk.ru)

Бакшанский Владислав Дмитриевич, студент, кафедра информационных систем, ФГБОУ ВО КубГАУ им. Трубилина, ул. Калинина д.13, г. Краснодар, Россия, 350044, тел. +7-964-920-23-26, +7-952-867-48-41, e-mail КубГАУ: [mail@kubsau.ru](mailto:mail@kubsau.ru), личный e-mail: [vbakshanskij2000@gmail.com](mailto:vbakshanskij2000@gmail.com)

#### **Information about authors**

Brusentsov Anatoly Sergeyevich, candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department of processes and machines in agribusiness, Kubgau FEDERAL state budgetary INSTITUTION. Trubilina, 13 Kalinina str., Krasnodar, Russia, 350044, tel. +7 (861) 221-59-31, e-mail Kubgau: [mail@kubsau.ru](mailto:mail@kubsau.ru), personal e-mail: [anatoley31@mail.ru](mailto:anatoley31@mail.ru)

Tumanova Marina Ivanovna, post-graduate student, senior lecturer of the Department of mechanization of animal husbandry and bzhd, fgbou VO Kubgau. Trubilina, 13 Kalinina str., Krasnodar, Russia, 350044, tel. +7-905-40-38-134, e-mail Kubgau: [mail@kubsau.ru](mailto:mail@kubsau.ru), personal e-mail: [tumanova-kgau@mail.ru](mailto:tumanova-kgau@mail.ru)

Nakorkeshko Nikolay Alexandrovich, student, Department of information systems, doctor of don state agrarian University im. Trubilina, 13 Kalinina str., Krasnodar, Russia, 350044, tel. +7-918-056-82-04, e-mail Kubgau: [mail@kubsau.ru](mailto:mail@kubsau.ru), personal e-mail: [shortkedr@bk.ru](mailto:shortkedr@bk.ru)

Baksansky Vladislav Dmitrievich, student, Department of information systems, doctor of don state agrarian University im. Trubilina, 13 Kalinina str., Krasnodar, Russia, 350044, tel. +7-964-920-23-26, +7-952-867-48-41, e-mail Kubgau: [mail@kubsau.ru](mailto:mail@kubsau.ru), personal e-mail: [vbakshanskij2000@gmail.com](mailto:vbakshanskij2000@gmail.com)

УДК 636.621.472.638.24

**В.С. Бурлаков**

## **ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ШЕЛКОВОДСТВА В БЕЛГОРОДСКОМ РЕГИОНЕ**

**Аннотация.** Приводятся многолетние результаты исследовательской и конструкторской работы автора по созданию эффективных средств механизации и автоматизации, показывается экономическая эффективность от внедрения механизированных, усовершенствованных технологий. Показан анализ климатических условий для подтверждения возможности эффективного развития шелководства. Усовершенствована технология гребного производства и разработаны новые технические средства на следующих процессах: Заготовка корма с широкорядных плантаций – жатка шелковицы ЖШ-К; Процесс приготовления съемников и изготовления изоляционных мешочков – машины УПС и УПБ-2; Промышленный микроанализ бабочек шелкопряда – машины УПП-1 и УПП-4; Процесс определения шелконосности коконов-машина для взрезания коконов; Использование солнечной энергии при выкормке шелкопряда – гелиоэлектрическая установка для нагрева воды и воздуха; Процесс отбраковки дефектной грены в воде и растворе соли – машина УДГ-3М; Процесс расфасовки грены – весовой автоматический дозатор АДГ-100М. Анализ экономических расчетов показывает, что эффективность новых механизированных технологий существенно выше базовых. Так например, эффективность нового процесса расфасовки грены проявляется за счет увеличения производительности труда, более высокой точности дозирования, сокращения срока проведения процесса и количества занятых людей. По результатам этой работы считаем возможным предложить развивать новую для Белгородского региона отрасль – шелководство. Здесь главное, эффективное выращивание плантаций шелковицы, корма для шелкопряда, остальные технологические процессы проводятся в помещениях, под крышей. Продаваемой продукцией первой стадии новой отрасли может являться грена (яйца шелкопряда) и коконы, которую, по нашим сведениям из рекламы интернета, могут охотно покупать в различных зонах шелководства, например в Узбекистане, где развита шелкомотальная промышленность, но не хватает исходного сырья. В дальнейшем, будет необходимо и у нас иметь шелкомотальное оборудование. Кстати, грена тутового шелкопряда очень дорогой продукт, 3-4 грамма грены по стоимости приравниваются примерно к одному грамму золота.

**Ключевые слова:** выкормка, шелкопряд, коконы, грена, эффективность, производительность, машина.

### **PROSPECTS AND OPPORTUNITIES FOR THE DEVELOPMENT OF INDUSTRY IN AGRICULTURE IN THE BELGOROD REGION**

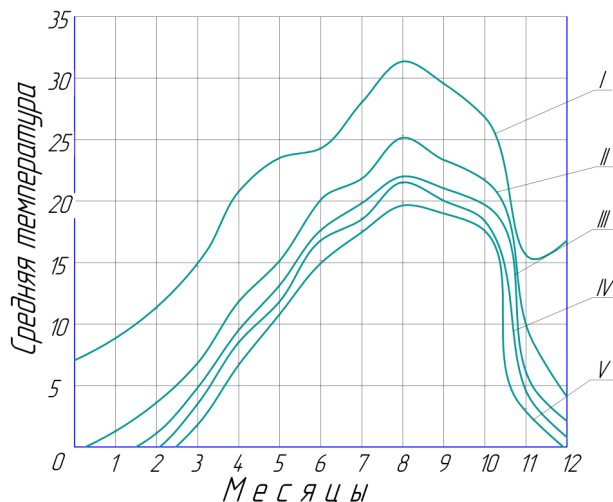
**Abstract.** The long-term results of the author's research and design work on creating effective means of mechanization and automation are presented, the economic efficiency of the introduction of mechanized, advanced technologies is shown. An analysis of climatic conditions is shown to confirm the possibility of effective development of sericulture. The technology of drainage production has been improved and new technical means have been developed in the following processes: Harvesting feed from wide-row plantations - ZhSh-K mulberry harvester; The process of preparing pullers and manufacturing insulating bags - UPS and UPB-2 machines; Industrial microanalysis of silkworm butterflies - UPP-1 and UPP-4 machines; The process of determining the silkiness of cocoons is a machine for cutting cocoons; The use of solar energy when feeding silkworms is a solar electric installation for heating water and air; The process of rejecting defective grains in water and salt solution - UDG-3M machine; The process of packaging grena is a weighted automatic dispenser ADG-100M. An analysis of economic calculations shows that the effectiveness of new mechanized technologies is significantly higher than the basic ones. So, for example, the effectiveness of the new process of packing grains is manifested by increasing labor productivity, higher metering accuracy, reducing the duration of the process and the number of employed people. Based on the results of this work, we consider it possible to propose developing a new industry for the Belgorod region - sericulture. The main thing here is the effective cultivation of mulberry plantations, feed for silkworms, other technological processes are carried out indoors, under the roof. The sold products of the first stage of the new industry may be grains (silkworm eggs) and cocoons, which, according to our information from Internet advertising, can be readily bought in various silkworming zones, for example, in Uzbekistan, where the silk-winding industry is developed, but there is not enough raw material. In the future, it will be necessary for us to have silk winding equipment. By the way, silkworm grena is a very expensive product, 3-4 grams of grena cost equivalent to about one gram of gold.

**Keywords:** feeding, silkworm, cocoons, grena, efficiency, productivity, machine.

Натуральный шелк, коконы и грена тутового шелкопряда пользуются большим спросом во многих странах. По потребительским свойствам натуральный шелк выше других текстильных волокон. Большая прочность, высокая упругость, гигроскопичность, красота тканей, незаменимость до сих пор шелкового волокна в некоторых технических производствах, делает натуральный шелк уникальным.

По ряду причин шелководство во многих регионах СНГ, в том числе в Украине и России, фактически пришло в упадок, особенно за последние 15-20 лет. Это подтверждает наш запрос о состоянии науки и практики в шелководстве СНГ по данным интернета за эти годы [1]. Объем производства коконного сырья в России по субъективным причинам сократился в несколько раз.

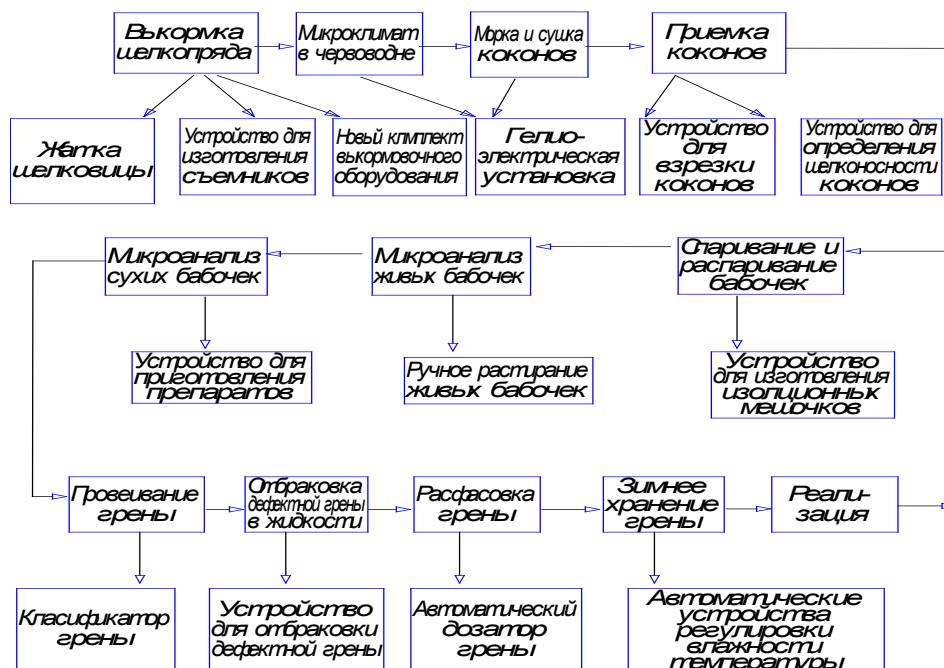
Нами проведен анализ климатических условий и среднегодовых температур основных мировых зон, традиционного шелководства, в сравнении с Белгородским регионом, что подтвердило возможность успешного развития этой отрасли (рисунок 1). Анализ графиков показывает, что климатические условия Белгородского региона вполне приемлемы для развития отрасли шелководства.



I – Туркменистан, II – Харьковская область, III – Георгиевский район Ставропольского края, IV – Белгородская область, V – Зона шелководства Китая

**Рис. 1. Графики среднегодовых температур некоторых зон, традиционного шелководства в сравнении с Белгородским регионом**

Комплекс разработанных нами машин и усовершенствованная технология наиболее трудоемких механизированных процессов могут сопутствовать развитию этой отрасли, (рисунок 2).



**Рис. 2. Общая схема усовершенствованной технологии и новых разработанных технических средств шелководства**

Для эксплуатации плантации кустовой шелковицы нами разработана и испытана новая машина – жатка шелковицы ЖШ-К (рисунок 3).

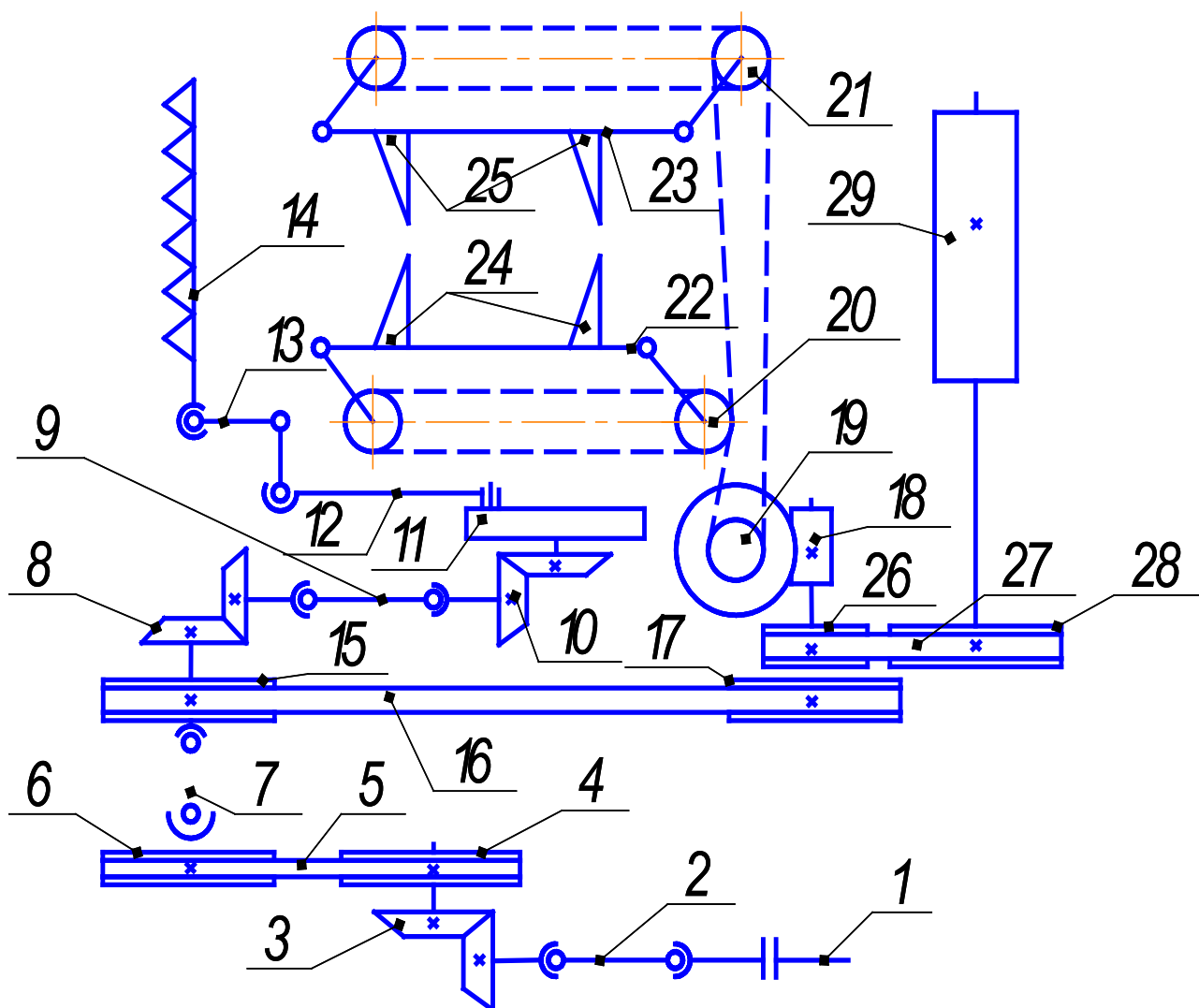


Рис. 3. Схема принципиальная кинематическая жатки ЖШ-К

Привод жатки ЖШ-К осуществляется от независимого вала отбора мощности 1 (рисунок 2) трактора Т-16М. Через карданный вал 2 вращение от ВОМ передается на конический редуктор 3, на выходном валу которого имеется шкив 4. Редуктор 3 с соотношением скоростей на входном и выходном валах 1:1 предназначен для поворота направления движения на  $90^{\circ}$ . Со шкива 4 посредством ремня 5 осуществляется передача на шкив 6. Натягом ремня подбирается критическое усилие, при котором ремень начинает проскальзывать на шкивах, что предотвращает поломку узлов механизма в экстремальных ситуациях (в случае заклинивания рабочих органов). Посредством карданного вала 7 вращение со шкива 6 передается на конический редуктор 10 (соотношение 1:1), на выходном валу которого установлен маховик 11 с кривошипно-шатунным механизмом, преобразующим вращательное движение в возвратно-поступательное. Движение шатуна 12 передается на коромысло 13, поворачивающее движение на  $90^{\circ}$  и приводящее режущий аппарат 14 в движение. На входном валу 8 закреплен шкив 15, с которого посредством ремня 16 осуществляется передача на шкив 17 червячного редуктора 18 (соотношение 1:12). На выходном валу редуктора установлена звездочка 19, с которой движение передается посредством цепи на приводные звездочки 20 и 21 левого и правого грейферных механизмов, представляющие собой четырехзвенники. На ведомых звеньях 22 и 23 жестко закреплены зубья 24 и 25, осуществляющие захват ветвей. На валу червячного редуктора 18 находится также шкив 26, с которого посредством ремня 27 движение передается на шкив 28, закрепленный на валу барабана 29. Барабан приводит в движение ленту транспортера, натянутую между барабаном и свободно вращающимся роликом, установленным в непосредственной близости от режущего аппарата. Жатка ЖШ – К в

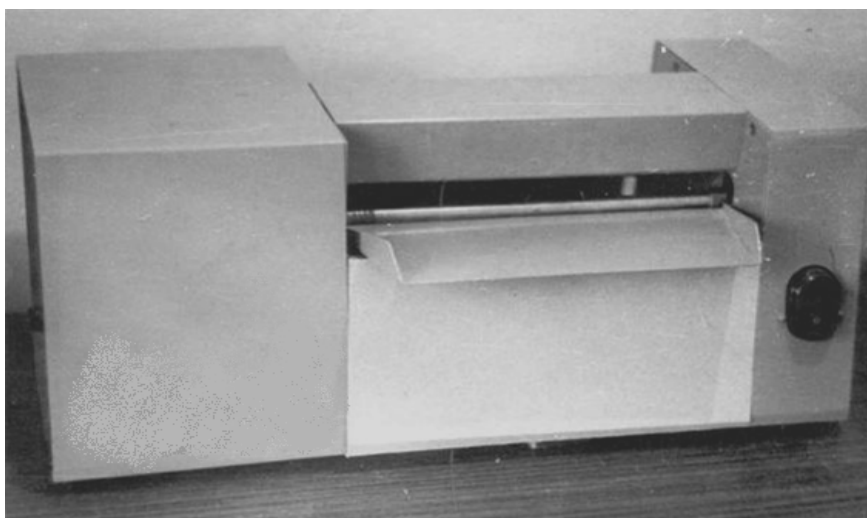
течении нескольких сезонов эксплуатировалась на плантациях и прошла производственную проверку на базе УкрНИИШелководства. Экономическая эффективность от внедрения составляет до 45 тыс. руб. за сезон на одну машину.

**Таблица 1 - Техническая характеристика жатки ЖШ-К**

Ширина захвата, м	0,9
Рабочая скорость, км/ч	1,38
Транспортная скорость, км/ч	10
Производительность га/ч	0,5
Высота среза, м	0,15-0,45
Толщина мм	До 35
Масса (с полным комплектом рабочих органов), кг	350

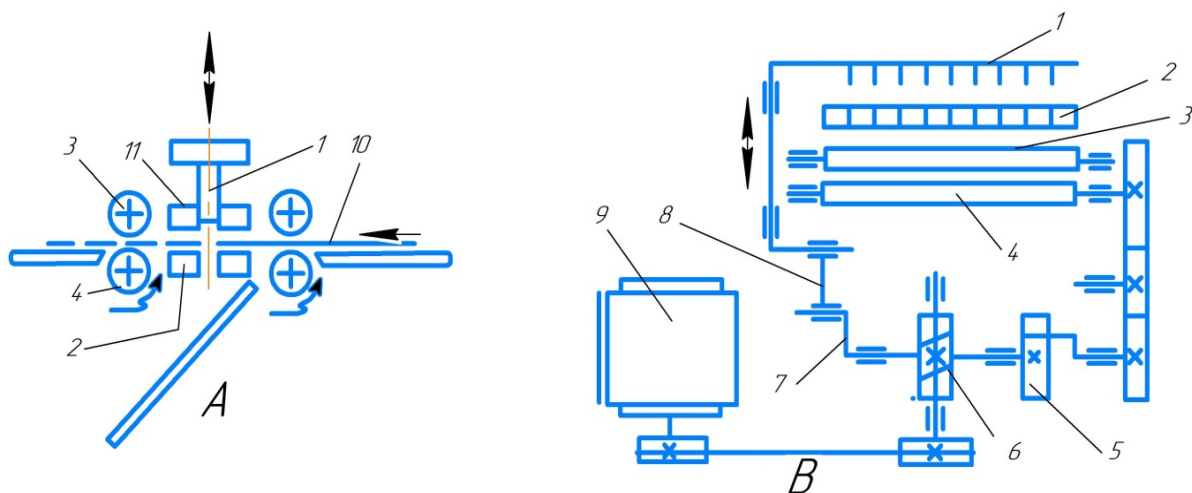
Большие сложности в гренажном производстве вызывает процесс обеспечения съемниками и изоляционными мешочками при выкормке шелкопряда. Съемники – перфорированные листы бумаги (диаметр отверстий от 2 до 6 мм) используются при выкормке шелкопряда для удаления гусениц со старой подстилки на свежий корм. Они играют важную роль при выявлении гусениц – носителей инфекции, для изоляции их от незараженной части гусениц и для удаление гусениц со старой подстилки на свежий корм [2].

Изоляционные мешочки используются для хранения кладок бабочек шелкопряда и грены. Технические средства на этих процессах это «дыропробивные» прессы не отвечающие требованиям производительности и качества. Гренажные заводы изготавливают их при инкубации грены тутового шелкопряда и расходуют около 2т бумаги за сезон. В известных информационных источниках отсутствуют сведения об исследовании этих процессов в шелководстве. Отсутствуют и конструкторские разработки по созданию средств механизации для этих целей [3]. Был изготовлен опытный образец машины (рисунок 4).



**Рис. 4. Общий вид машины для перфорирования бумаги съемников УПС**

Основой устройства (рисунок 5) служит штамп-пакет, состоящий из пуансонов 1, матрицы 2 и направляющей 11.



А – рабочие органы перфорирования; В – привод устройства  
**Рис. 5. Функциональная и кинематическая схема устройства**

Стержни-пуансоны закреплены на плите в один ряд с шагом 9 мм и приводятся в действие кривошипно-шатунным механизмом 7. Пуансон под действием толкателя 8 перемещается вниз в направляющих и, взаимодействуя с матрицей 2, пробивает в ленте ряд отверстий.

Бумажная лента 10 перемещается прерывисто с помощью лентопротяжного механизма, содержащего ведущие 4 и прижимные 3 ролики. Лента передвигается в период обратного хода пуансона. Пары роликов работают синхронно. Прерывистое движение ленты осуществляется шаговым (мальтийским или храповым) механизмом 5 с приводом на ведущие ролики 4.

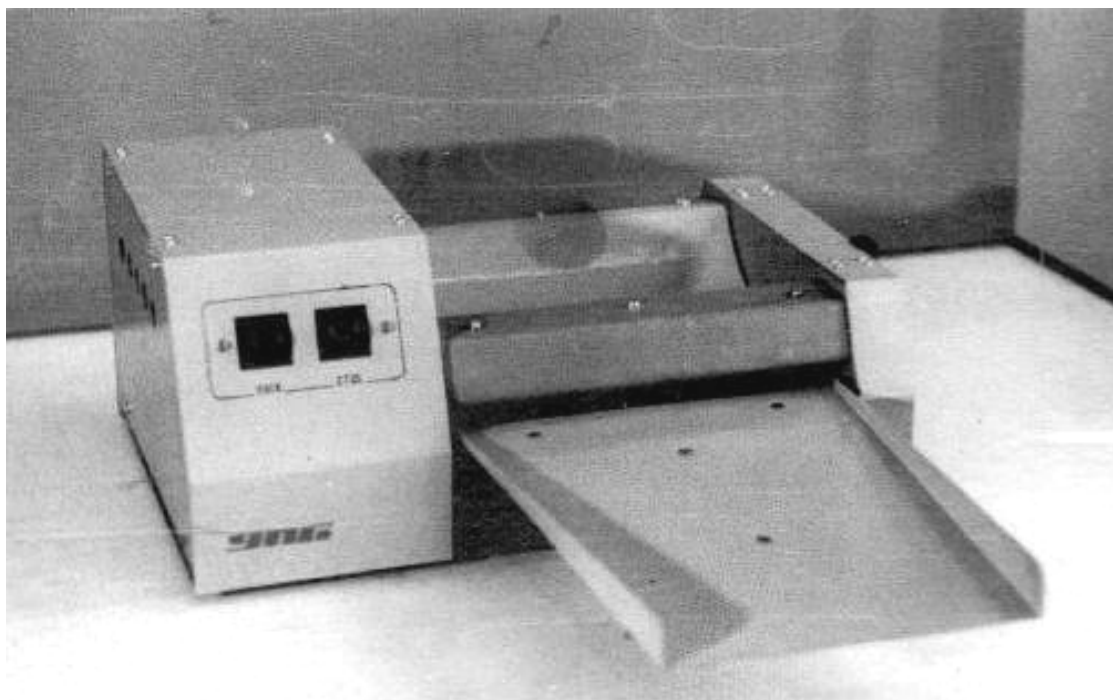
Привод механизма устройства осуществляется электродвигателем 9 через ременную передачу и червячную пару 6.

Технические характеристики новой машины и базовой даны в таблице 2.

**Таблица 2 - Сравнительные технические характеристики новой машины для изготовления съемников УПС и базовой БПП-1**

Характеристика	Базовый вариант	Новый вариант
Диаметр пробиваемых отверстий, мм	3 и 4	3 и 4
Расстояние между отверстиями, мм	10	10
Ширина захвата, мм	300	265
Производительность, кг/ч	10	20
Скорость протяжки ленты, м/ч	35	70
Потребляемая мощность, Вт	1500	270
Габаритные размеры машин, мм	700×650×1200	280×620×270
Масса, кг	320	30

Была разработана и изготовлена машина (опытный образец) УПБ-2 (рисунок 6). Эта машина предназначена для прокалывания вентиляционных отверстий в бумаге изоляционных мешочков. Для изготовления изоляционных мешочков служит эмульсированная пергаментная бумага. Бумагу эмульсируют на специальной машине. Изоляционные мешочки шьют на швейной машине из расчета изоляции на 5 бабочек. Для изготовления вентиляционных отверстий в бумаге используют ручное прокалывание или устаревшее прессовое оборудование, что вызывает большие трудности.



**Рис. 6. Общий вид машины для изготовления бумаги изоляционных мешочков УПБ-2**

Привод механизма осуществляется от однофазного электродвигателя мощностью 0,08 кВт через червячную пару. В передней части на кронштейнах с подшипниками установлен колющий барабан, представляющий собой пакет из набранных на валу дисковых отрезных фрез толщиной 0,8 мм и диаметром 63 мм и дистанционных шайб, обеспечивающих требуемое расстояние (около 10 мм) между перфорационными дорожками. Над колющим барабаном установлен подпружиненный прижимной ролик. Проколотая бумага снимается с колющего барабана специальным съемником-гребенкой. На лицевой панели кожуха электродвигателя установлена кнопочная станция для запуска и остановки механизма. Конструкция машины позволяет прокалывать вентиляционные отверстия и в уже пошитых мешочках. Зубья фрез прокалывают отверстия в бумаге и совместно с прижимным роликом протягивают ее. С колющего барабана бумага снимается съемником-гребенкой. Зубья фрез беспрепятственно выходят из проколотых отверстий благодаря использованию формы и шага зубьев дисковой фрезы при движении ее в направлении обратном принятому. Техническая характеристика машины УПБ-2 приведена в таблице 3

**Таблица 3 -Техническая характеристика машины УПБ-2**

Ширина захвата, мм	250
Производительность (техническая), кг бумаги в час	25
Потребляемая мощность, Вт	100
Питание от однофазной электросети	220 В, 50Гц
Масса устройства, кг	15
Габаритные размеры, мм	440×580

Результаты хозяйственных испытаний машин для изготовления съемников и изоляционных мешочков на гренажных заводах показали экономическую целесообразность внедрения усовершенствованной технологии на процессах изготовления съемников и изоляционных мешочков для хранения кладок бабочек шелкопряда и грены.

Наиболее опасным и распространенным в шелководстве заболеванием является нозематоз (побрина), возбудитель которого передается потомству трансовариально и герминативно [4]. Больные бабочки содержат больше спор нозематоза, поэтому после их естественной гибели и высыхания они подлежат обязательному микроанализу, в целях быстрого и точного выявления возбудителя болезни, при строгом соблюдении санитарно-гигиенических



условий. Однако, при существующем в основном, ручном труде на процессе приготовления и микроскопирования препаратов трудно контролировать выполнение этих условий. Существующие машины для растирания бабочек типа МРБ и системы Праделла, не отвечают требованиям качества получаемых препаратов. Ручные операции создают риск попадания зараженных частиц и перезаражения другой партии исследуемого материала [5]. Учитывая специфичность этого процесса нами создано устройство УПП-1, с программным автоматическим управлением (рисунок 7).

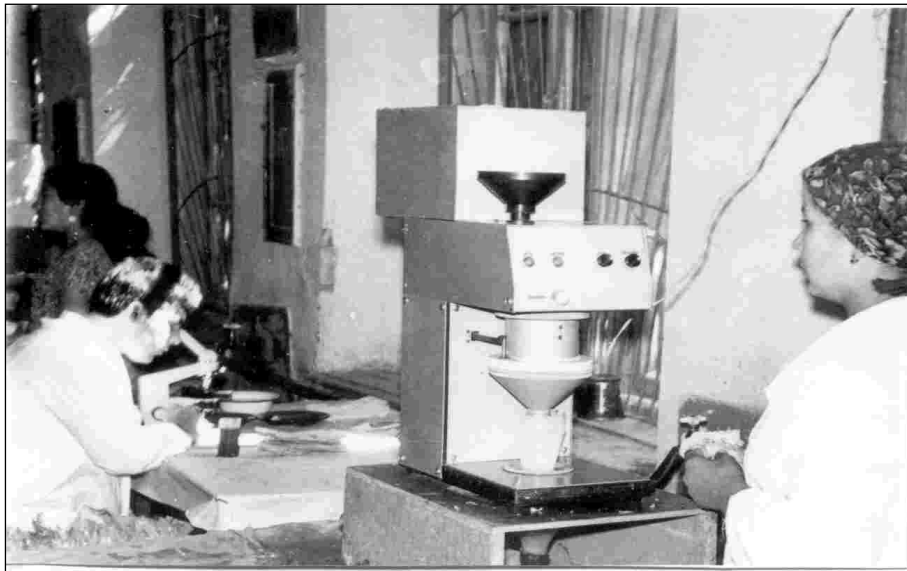


Рис.7. Процесс микроанализа с устройством УПП-1 на гренажном заводе

Основой устройства служит смеситель-цилиндр, по осевой линии которого в подшипниках установлен рабочий измельчающий орган - крыльчатка, состоящий из двух разнесенных по высоте секций лопастей с разнонаправленным изгибом. Между секциями крыльчатки на внутренней поверхности цилиндра радиально установлены отражающие ребра. Дно цилиндра прикрывается диском-фильтром с электромагнитным приводом.

В последующем нами была создана и испытана новая модернизированная конструкция, устройство УПП-4 (рисунок 8).



Рис. 8 Общий вид машины УПП-4 для приготовления препаратов при промышленном микроанализе (опытный образец)

Эта машина имеет четыре смесителя, установленных каруселью. В смесителях одновременно проходят различные операции процесса: в одном - загрузка материала, во втором -

измельчение, смешивание с водой и фильтрация измельченной массы, в третьем - промывка рабочих органов, в четвертом - вторая промывка и сушка. Все операции в машинах выполняются автоматически с помощью системы электронного программного управления. Такая схема устройства позволяет повысить производительность машины до 180 препаратов в час, вместо 60 препаратов в час машины УПП-1, что обеспечивает работу трех постов микроскопистов вместо одного и повысить надёжность промывки рабочих органов. Увеличенная скорость механизма измельчения повышает надежность поиска спор возможной инфекции.

Технические характеристики новых машин приведены в таблице 4.

**Таблица 4- Техническая характеристика машин УПП -1 и УПП - 4**

Основные показатели	УПП -1	УПП - 4
Производительность препаратов/час	60	180
Количество микроскопистов на одну машину	1	3
Количество бабочек в одном препарате, шт	2,25, 50, 100	2, 25, 50, 100
Потребляемая мощность, Вт	100	350
Питание от однофазной сети	220 в, 50 Гц	220 в, 50 Гц
Масса машины, кг	20	38
Окружная скорость рабочего органа, м/с	12	15
Объем одного цилиндра-смесителя, см <sup>3</sup>	650	700

В процессе экспериментальной и конструкторской работы были проведены прикладные исследования, необходимые для создания новых машин. Выявлены наиболее рациональные способы измельчения материала и созданы принципиально новые конструкции механизма дробления и диска-фильтра позволяющему качественную фильтрацию и гарантируемое удаление всех частиц измельчения после операции.

В технологическом процессе определения шелконосности коконов из общей массы коконов отбирают среднюю пробу в количестве 0,1 % от массы сдаваемой партии от 100 до 500 г [6]. Затем, надрезав головку кокона, удаляют из них куколки и личиночные шкурки. Коконы с загрязнениями и повреждениями куколок взвешивают и удаляют из анализируемой дозы. Затем определяют вес остальных оболочек и подсчитывают шелконосность в процентах.

До настоящего времени, в производстве образцы коконов взрезаются для контрольного определения пола тутового шелкопряда, возможной зараженности его, а также шелконосности. Работа проводится вручную, с помощью острого лезвия. Необходимым условием при взрезании является также возможность выемки куколки из кокона. Производительность процесса взрезания коконов вручную очень низка. Кроме того, не обеспечиваются условия безопасности труда (имеют место травмы рабочих).

Нами разработано устройство для взрезания коконов при определении их шелконосности [7].

Устройство работает следующим образом. В гнезда 2 вставляются коконы 3 (во время остановки или движения карусельной установки 1). Коконы удерживаются в гнездах прижимными полками 4, которые служат также для установления постоянной высоты подрезаемой головки кокона (при различной высоте коконов). Когда гнездо входит в зону резания, упругий ролик 5 перекачивается через кокон и удерживает его при взрезании вращающимся дисковым ножом 6. Далее, гнезда 2 выходят из зоны резания, и кокон выталкивается диском 9 с помощью электромагнита в емкость 11. Подпружиненные полки 4 также способствуют выталкиванию коконов. В процессе работы устройства взрезанные коконы периодически вынимаются из емкости 11 и направляются для определения их шелконосности с удалением куколки и личиночной шкурки.

Устройство, (рисунок 9) содержит карусельную установку 1 с гнездами 2 для коконов 3, подпружиненные прижимные полки 4, упругий ролик 5, дисковый нож 6, закрепленный на валу двигателя 7, двигатель карусельной установки 8, выталкивающий диск 9, редуктор 10 и приемную емкость 11.

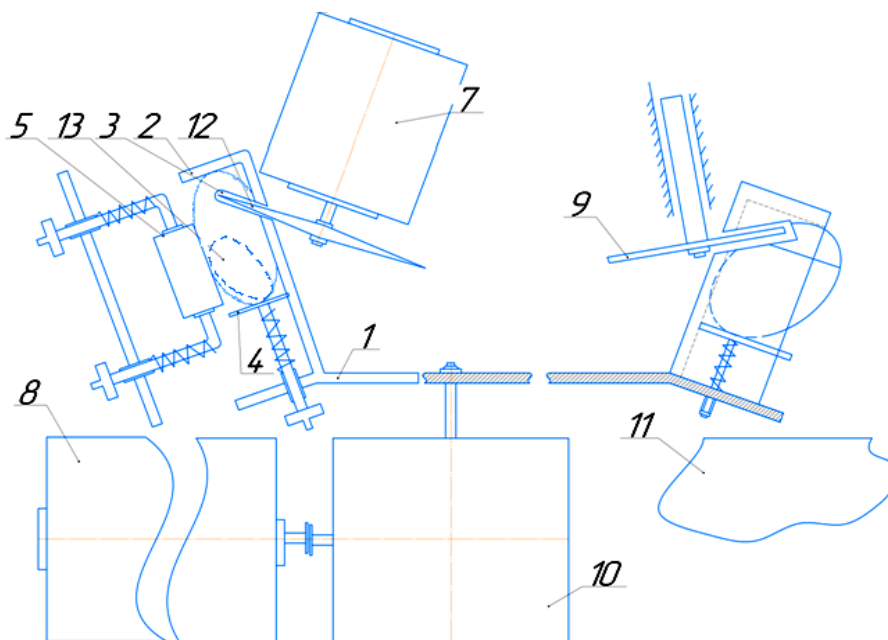


Рис. 9. Принципиальная схема устройства для взрезания коконов  
Опытный образец для взрезания коконов показан на рисунке 10.

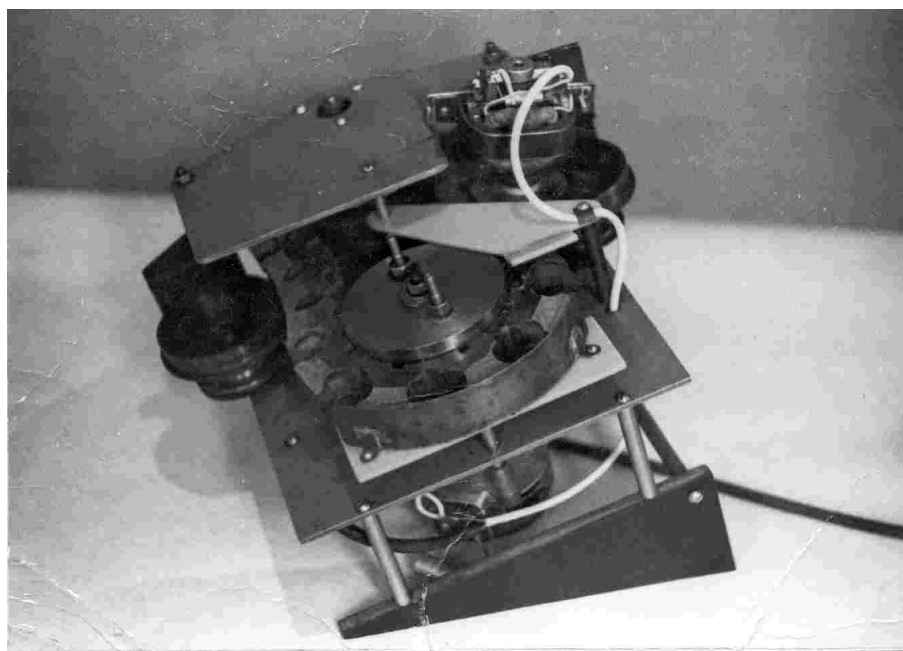


Рис. 10. Общий вид машины для взрезания коконов (опытный образец)

По результатам испытания разработанное устройство для взрезания коконов повышает производительность труда в 2-3 раза, по сравнению с ручным трудом, сокращает количество занятых на операции людей, предохраняет куколки коконов от повреждений при взрезании, улучшает технику безопасности и повышает культуру производства.

Предлагаем принципиальную конструкцию гелиоэлектрической установки для создания микроклимата в помещениях и нагревания воды для технологических процессов.

Гелиоустановки для нагревания воды и воздуха (генераторы солнечной энергии) – это емкости с теплоизоляцией, обращенные на юг с целью захвата максимума энергии солнца. Нагревательные элементы (котлы) состоят из расположенных на передней стенке емкости, верхней части - рам с двухслойными стеклами и нижней – трубчатого зачерненного коллектора (для нагревания воды), притопленного на 2/3 диаметра в песок (аккумулятор тепла). Для нагревания воздуха нижняя стенка состоит из зачерненного гофрированного алюминия или

стали, с целью увеличения площади и интенсивности поглощения тепла. Зачерненная поверхность пронизана отверстиями для сообщения с внутренней камерой емкости. Принудительная циркуляция воздуха обеспечивается электрическим вентилятором. Воздушный зазор между стеклами составляет 10-15 см. На рисунке 11 показан опытный образец этой установки [8].

С помощью датчиков обеспечивается автоматический контроль за тепловым режимом. Отличительной особенностью конструкции является наличие вмонтированного в коллектор внутри установки электрокалорифера, служащего для дополнительного подогрева в период недостаточного количества солнечной радиации и для прогрева установки при ее пуске. Электрокалорифер находясь в теплоизоляционной камере работает с высоким к.п.д и не требует большой мощности. Электроподогрев (дополнительный) работает автоматически, включаясь и выключаясь от датчика температурного режима.

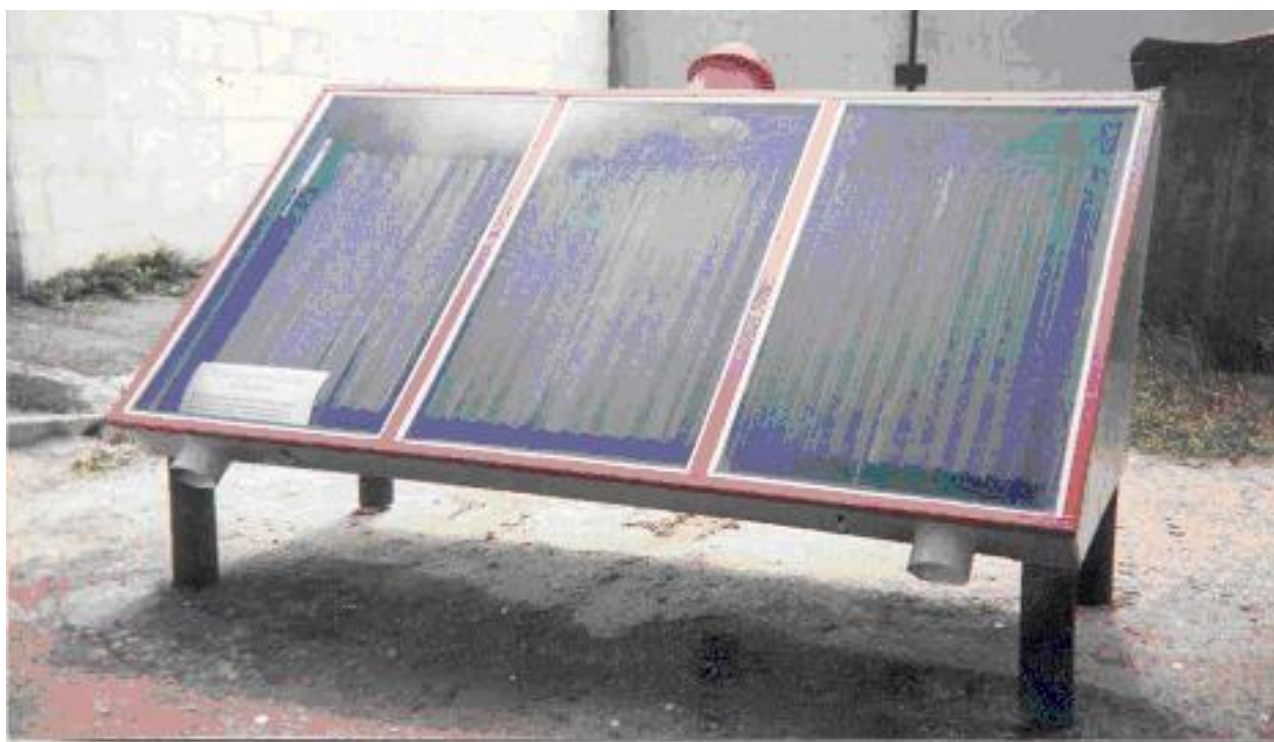


Рис. 11. Гелиоэлектрическая установка для нагревания воздуха (опытный образец)

На основе анализа теплового баланса гелиоустановки вычисляли среднюю температуру воздуха в камере в зависимости от наружной температуры.

Даже при понижении температуры до 15-20 °С, внутри гелиокотла температура поддерживается достаточно высокой. Например, для условий Белгородской области, при внешней температуре 25 °С внутри установки можно получить 60-65 °С.

В пасмурные дни, при легкой облачности в гелиоустановках температура поддерживается за счет рассеянной радиации.

Для подтверждения теоретических расчетов теплового баланса гелиоэлектрической установки были проведены экспериментальные исследования. Для этого установка была оснащена температурными датчиками, нагнетательным вентилятором, электроувлажнителем и электрокалорифером. Автоматическое управление температурным режимом обеспечивалось электрической схемой (рисунок 12).

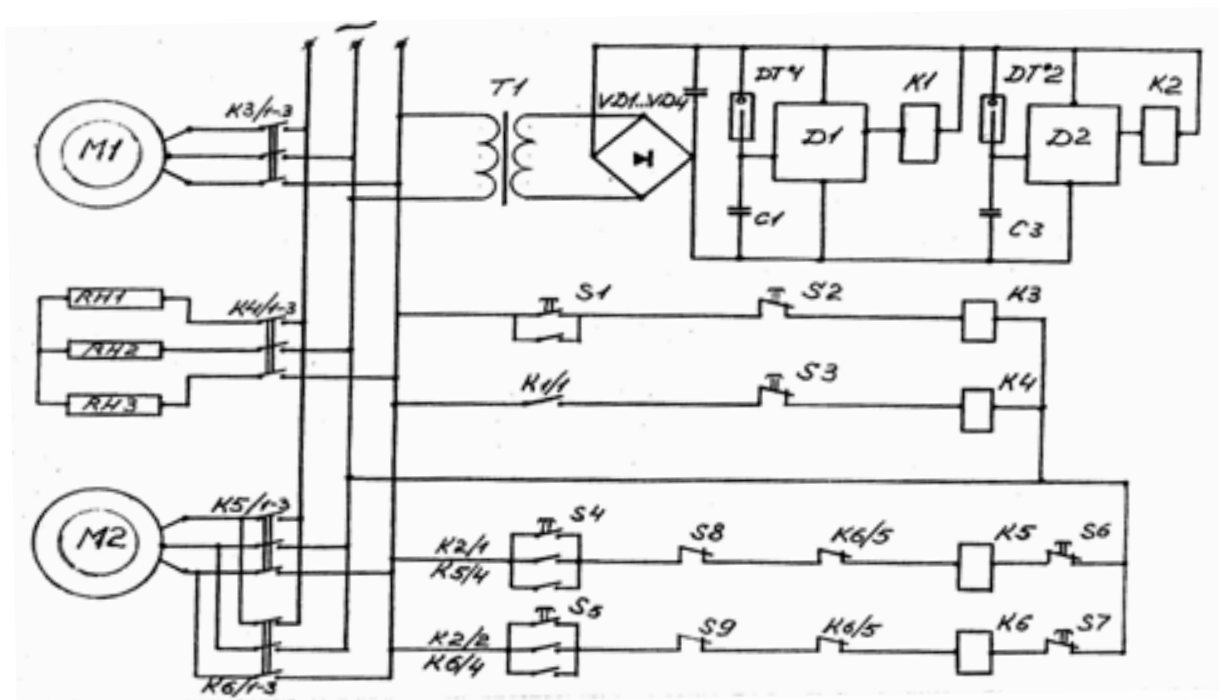


Рис.12. Принципиальная схема гелиоэлектрической установки

На электросхеме включением и отключением электродвигателей вентилятора и увлажнителя (M2 и M1), электротенов калорифера (RH1; 2; 3;) руководили температурные датчики D1 (ДТ 01) D2 (ДТ 02) через электромагнитные реле и пускатели (K1; K2; K3; K4; K5 и K6). Установка подключалась к трехфазной сети переменного тока 380/220 В, 50 Гц.

Очень трудоемкий процесс гrenaжного производства – отбраковка дефектной грены в воде и растворе поваренной соли до настоящего времени проводится с помощью кустарного оборудования и не отвечает требованиям производства, как по качеству, так и по производительности процесса. Разработанный в СКБ «Шелк» аппарат для мойки и центрифугирования грены не был внедрен в производство по ряду причин.

Приняв участие в сравнительных госиспытаниях этого аппарата и нашей машины для отбраковки дефектной грены УДГ-3М, проводимых Среднеазиатской машиноиспытательной станцией (САМИС) в 1987-89 гг., считаем, что конструкция аппарата СКБ «Шелк» в представленном виде пока не может удовлетворять производство. Производительность этой машины не значительно выше ручного труда. Отсутствие автоматического управления, большой расход раствора, сложность конструкции, малая партия (до 2 кг.) загружаемого продукта (грены) – это недостатки которые необходимо было устранить и создать фактически другую, принципиально новую конструкцию. На основании проведенной исследовательской и конструкторской работы были изготовлены 6 (шесть) опытных образцов машин УДГ-3М [9]. От прежних конструкций наших машин (УДГ-1; УДГ-2М) новая машина отличается общей компоновкой, конструкцией каркаса, бункера, узла активатора, сливного бака, усовершенствованным узлом автоматики, более высокой производительностью, обеспечением лучших качественных показателей обработки грены, удобством в эксплуатации, габаритными размерами.

С целью усовершенствования механизированной технологии отбраковки дефектной грены в жидкости нами был создан опытный образец машины УДГ-3М с автоматическим управлением (рисунок 13).

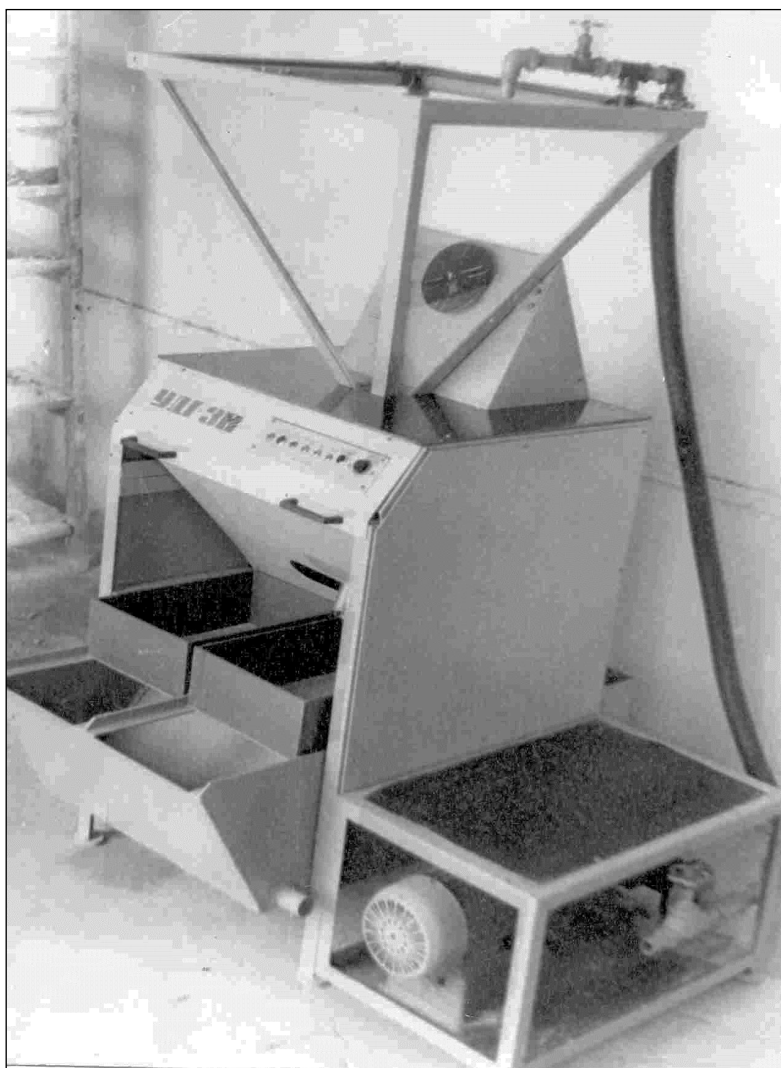


Рис. 13. Опытный образец машины УДГ-3М для отбраковки дефектной грены

На таблице 5 даётся техническая характеристика машины УДГ-3М для отбраковки дефектной грены.

Таблица 5 -Техническая характеристика машины

Масса одновременно загружаемой навески грены, кг.	2,6
Производительность, кг/ч:	
- при работе на воде;	до 20
- при работе на растворе.	до 9,0
Питание от 3-х фазной электрической сети.	380В 50Гц
Габаритные размеры машины, мм.	1550×1650×1750

Процесс проводится с целью очищения грены от различных примесей, погибшей, высушенной и начинающей высыхать грены [10] и основан на различии в плотности нормальной грены и дефектной, а так же примесей.

Управление машиной в автоматическом режиме обеспечивается электрической схемой с помощью реле времени с контактной группой и валом с набором кулачков.

На рисунке 14 изображена функциональная электрическая схема машины УДГ-3М.

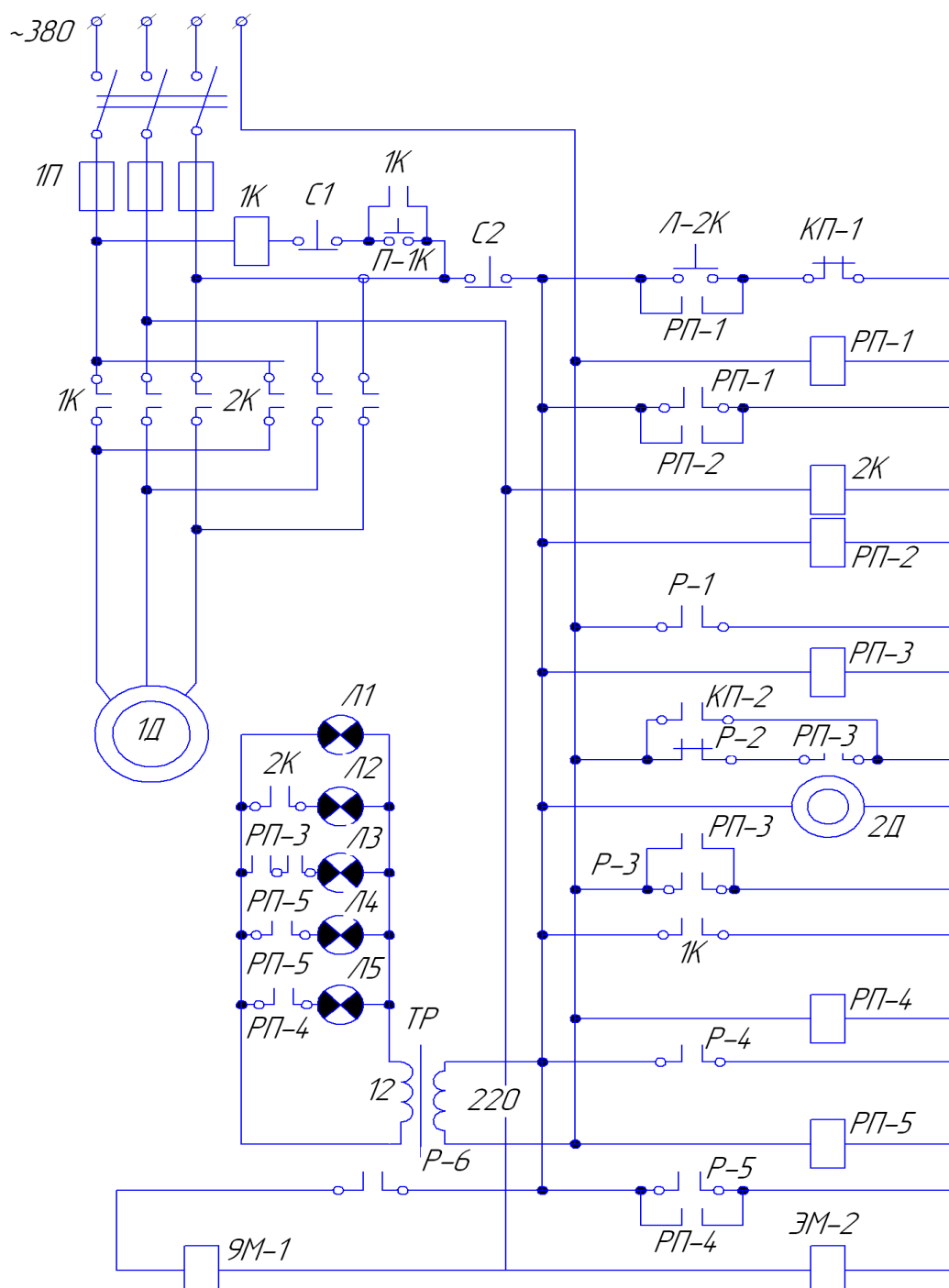


Рис. 14. Схема электрическая функциональная машины УДГ-3М

В электрической схеме предусмотрено ручное включение насоса и электромагнита крана для дополнительной промывки бункера. Включается кнопка П-1к, и через контакты магнитного пускателя 1К начинает работать двигатель 1Д, насоса и реле РП-4, через контакты которого срабатывает электромагнит крана. Отключение производится при помощи кнопки С1.

В растворе поваренной соли удаляется из продукции гrena, начинающая высыхать (она более плотная, чем нормальная). Полностью засохшая гrena еще остается в продукции. Ее удаляют отстаиванием в воде.

Тумблером I («сеть») включается магнитный пускатель К1, через контакты К1.1...К1.3 которого подается питание от сети электрического тока на блок управления У1. При этом загораются индикаторная лампа Н1 («сеть») на пульте управления[10].

Расфасовка гrena является одной из трудоемких и ответственных операций. Это операция до настоящего времени проводится на гrenaжных заводах и племшелкстанциях руч-

ным способом на технических весах и не обеспечивает высокой производительности и точности.

Производительность этого технологического процесса, кроме экономической стороны, является очень важным фактором и по другой причине, а именно, по агротехническим условиям грену необходимо развесить в определенные, предельно сжатые сроки. Несоблюдение этих сроков может отразиться на качестве продукции. Не менее важным фактором выступает и погрешность при развешивании. При традиционном ручном методе расфасовки погрешность доходит до  $\pm 300 \div 500$  мг и более на дозу в 25-33 г. В результате имеют место существенные потери грену на провесе, что при высокой стоимости ее (до 12000 руб. за кг) снижает эффективность производства. Низкая эффективность этого процесса объясняется отсутствием средств механизации и автоматизации для дозирования грену. Нами разработана новая машина для этого процесса АДГ-100М (рисунок 15).



Рис. 15. Автоматический дозатор грену АДГ-100М (опытный образец)

На переднюю панель прибора выведен пульт управления.

Прибор (рисунок 16) работает следующим образом [4]: гrena засыпается в бункер 1, затем через гренопроводы с перегородками 4 в чашку – лоток 5 весового устройства 6. При включении прибора открывается заслонка 2 узла тонкой насыпки с помощью электромагнита 3. Коромысло весов с противовесом 8 установлено на стойке 7. По достижении заданной массы грену в чашке плечо коромысла перемещается и воздействует на контактное устройство 9. Электромагнит 3 через заслонку перекрывает гренопровод. Поступление грену в чашку прекращается. Якорь 10, шарнирно закрепленный на чашке притягивается электромагнитом 11, чашка поворачивается вокруг оси и гrena ссыпается в воронку 12. На период ссыпания грену из чашки с помощью электромагнита 17 открывается заслонка 18 узла грубой насыпки, и гrena из бункера поступает в промежуточную накопительную емкости 16. Через определенное время, заданное блоком автоматики, электромагнит 11 отпускает якорь 10 и чашка приходит в исходное положение. Закрывается заслонка 18, открывается электро-



магнитом 15 заслонка 14, и накопленная в промежуточной емкости гrena по гренопроводу 13 поступает в чашку 5. Вновь открывается заслонка 2 узла тонкой насыпки и цикл дозирования повторяется. Узлы тонкой и грубой насыпки снабжены сменными втулками 19 с калиброванными отверстиями различных диаметров (7÷12 мм).

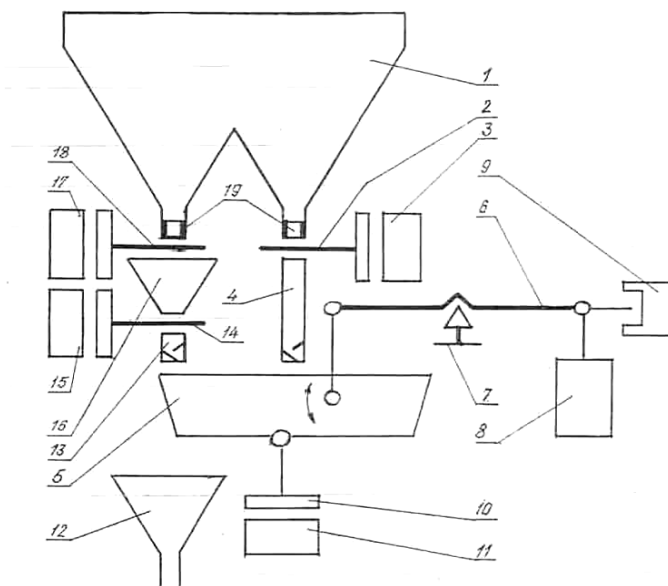


Рис. 16. Дозатор грены автоматический

Техническая характеристика автоматического дозатора грены приведена в таблице 6.

Таблица 6 - Техническая характеристика прибора АДГ-100М

Вместимость бункера, кг. грены.	5
Производительность (техническая), доз/час.	800
Погрешность дозирования, г/дозу, не более.	±0,2
Масса одной дозы (регулируемая), г.	20...100
Питание от однофазной сети напряжением, В.	220±10%
Потребляемая мощность, Вт.	100
Габаритные размеры, мм.	500×200×460
Масса прибора, кг.	18

**Оценка экономической эффективности комплексных исследований.** Анализ экономических расчетов показывает, что эффективность новых механизированных технологий существенно выше базовых. Это можно объяснить тем, что существующий непроизводительный труд с использованием кустарных технических средств заменяется современными машинами. Так например, эффективность нового процесса расфасовки грены проявляется за счет увеличения производительности труда, более высокой точности дозирования, сокращения срока проведения процесса и количества занятых людей. При однократной выкормке шелкопряда уровень рентабельности по механизированной технологии расфасовки грены достигает 124 % по сравнению с 10,5 % с традиционной, то есть, с использованием многократной выкормки эффективность технологии резко возрастает, а производительность опытного образца машины для отбраковки дефектной грены при работе на воде – 160 кг за смену, на растворе до 72 кг, что в 6-7 раз выше ручного способа мойки грены. Особо следует отметить большой положительный эффект при переходе на многократные выкормки шелкопряда с традиционных однократных. Если применять многократную выкормку, (как в передовых шелководческих странах), то эффективность и уровень рентабельности возрастают. Так при трехкратной выкормке по существующей технологии он составит на этом процессе 3,6 %, а при новой механизированной технологии 91,0%. Это доказывает целесообразность проведения многократных выкормок, особенно при внедрении новой технологии на процессе.

При трехкратной выкормке шелкопряда на новом процессе определения шелконосности коконов уровень рентабельности возрастает с 80,9% (при однократной выкормке) до 154,8%. Подобный эффект наблюдается и на других процессах. Исходные данные и результаты экономического расчета приведены в таблице 7.

**Таблица 7 – Экономическая эффективность базовых и новых технологических процессов шелководства**

Показатели	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ											
	Изготовленные съёмников		Выкормка шелкопряда		Определение шелконосности коконов		Микроанализ бабочек		Отбраковка дефектной грены		Расфасовка грены	
	Варианты, базовый (1) и новый (2)											
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<b>При однократной выкормке шелкопряда</b>												
Годовой объём продукции тыс.кг	1,0	1,0	0,13	0,13	15,0	15,0	300 тыс пр.	300 тыс пр.	0,9	0,9	30 тыс кор.	30 тыс кор.
Выручка от реализации, тыс. руб	45	45	20,1	20,1	54	54	427,5	427,5	73,4	73,4	15,1	15,1
Кол-во в процессе: постов, шт.	1	1	1	1	4	3	12	12	4	1	2	1
Людей	2	2	12	4	16	9	48	28	12	4	6	3
Технических средств, шт.	1	1	Ручн.	1 комп.	8	6	Ручн.	4	4	2	2	1
Сменная производительность**	80	160	-	-	750	1200	480	1440	24* 11	160 72	1,0	4,8
Стоимость оборудования, тыс.руб	42	18	3,6	29	6,0	86,4	40	108	2,8	90	1,2	24
Общие затраты, тыс.руб	42	35,4	17,0	14,2	48,9	29,8	380,4	234,6	71,7	27,7	13,7	6,7
Прибыль предприятия, тыс.руб	3,0	9,6	3,1	5,9	5,1	24,	47,1	192,9	1,7	45,7	1,4	8,4
Уровень рентабельности, %	7,1	27,0	17,9	41,0	10,4	80,9	2,38	82,2	2,4	165,5	10,5	124,0
<b>При трёхкратной выкормке шелкопряда</b>												
Выручка от реализации, тыс.руб	135	135	60,3	60,3	162	162	1282,6	1282,5	220,3	220,3	45,4	45,4
Общие затраты, тыс.руб	113,4	101,0	50,0	34,0	144,9	63,6	1129,2	671,4	214,3	56,0	40,7	13,1
Прибыль предприятия, тыс.руб	21,6	34,0	10,3	26,3	17,1	98,4	153,3	611,1	6,0	164,3	4,7	32,3
Уровень рентабельности, %	19,0	33,8	20,5	77,1	11,8	154,8	3,6	91,0	2,8	293,0	11,5	247,0

Примечание: \*- отбраковка дефектной грены на воде/на растворе; \*\*- сменная производительность процесса микроанализа измеряется в препаратах в смену, расфасовка грены в тыс. коробок в смену, остальные процессы в кг/смену.

**Нетрадиционные пути повышения эффективности шелководства.** В настоящее время шелководство России и других регионов СНГ находится на серьезном спаде. Причин этому много, но одной из основных является повышение цен на традиционные энергоносители – нефтепродукты, уголь, газ, электричество. Другая причина, имевшая место и ранее, это резко выраженная сезонность работ в шелководстве. К нетрадиционным способам снижения затрат на энергоносители, можно отнести более целесообразное использованию выкормочных помещений. Большим резервом подъема рентабельности отрасли является и рациональное использование периода до сезона выкормки шелкопряда, обработки коконов. Это период с сентября по май в южных районах России, например, в Ставропольском, Белгородском, Крымском регионах. Этот период в шелководстве обычно используется для различных подготовительных работ, но в целом это время слабой загрузки людей и помещений отрасли [10].

Многие годы шелководы пытались использовать этот период года и освободившиеся червоводни для выращивания овощей и птицы. Неудачи этих попыток объясняются, главным образом, несовместимостями условий и режимов выращивания других культур с требованиями технологии шелкопряда, большими трудностями подготовки помещений (червоводен) для сезонной выкормки шелкопряда после использования их для других целей. Интересен, с нашей точки зрения, вариант использования выкормочных помещений для выращивания грибов и именно рода вешенки (*Pleurotus*). Эти грибы, как никакая другая культура, имеют ряд приемлемых для нашего случая преимуществ: высокая скорость роста мицелия и значительная конкурентоспособность по отношению к посторонней микрофлоре; способность утилизировать из разнообразных растительных отходов сельского хозяйства различные углеродосодержащие соединения, относительная простота технологии выращивания, исключая длительный процесс подготовки субстрата и необходимость покровной почвы для культивирования всех видов рода вешенки, возможность использования субстрата после сбора грибов в качестве корма для сельскохозяйственных животных или удобрения; устойчивость к бактериальным, грибным и вирусным болезням, урожайность вешенки достигает 40 кг/м<sup>2</sup>. Оснащение червоводен, обеспечение режимов влажности, температуры, дезинфекции, освещение, вентиляции, водопровод, канализация, необходимые для выкормки шелкопряда, полностью обеспечивают и выращивание этого вида грибов.

Наилучший период выращивания вешенки в закрытых помещениях приходится на сентябрь-март, что удачно сочетается с сезонами основных шелководческих зон СНГ. Подготовка помещений после выращивания грибов к выкормке шелкопряда не представляет сложности и достигается без больших трудозатрат и средств.

Производственная апробация подтвердила высокую эффективность использования новой механизированной технологии на основных процессах шелководства и была внедрена в производство Украины, России (г. Георгиевск Ставропольского края), Туркменистана, Узбекистана, Грузии, Молдавии (Приднестровье, г. Бендеры) и Болгарии. Опытные образцы этой техники демонстрировались на ВДНХ СССР и отмечены 9 медалями выставки и выставлялись на Международной выставке в Ираке (Багдад).

#### Библиография

1. Бурлаков В.С. Исследование новых механизированных технологий шелководства. // Тезисы докладов международной научно-практической конференции. НПЦНА Беларуси по животноводству. Жодино, 2007. С. 306-308.
2. Бурлаков В.С. Щодо питання заготівлі корму для шовковичного шовкопряда з кущових плантацій шовковиці. Науковій збірник. «Шовківництво». 2003. № 24. Харьков. Клуб «Гармония». С. 128-131.
3. Бурлаков В.С. Исследование процесса изготовления съемников. // Материалы докладов международной научной конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства и пути их решения». Белгород: БелГСХА, 2012. С.153.
4. Бурлаков В.С. Повышение эффективности шелководства на базе новых технологий с использованием разработанных технических средств: монография. Белгород: БелГАУ, 2019. 268с.
5. Бурлаков В.С. Новая технология отбраковки дефектной грены в гренопроизводстве - Сб. Научных трудов ХГЗВА, Вып. 12., Ч. 1., Харьков. 2004. С. 256 – 261.
6. Бурлаков В.С. Некоторые теоретические и экспериментальные исследования с целью повышения эффективности процесса расфасовки промышленной грены тутового шелкопряда. Сб. Научных трудов ХГЗВА, Вып. 12., Ч. 1., Харьков, 2004. С. 262 – 266.
7. Кузнецов Е.В., Купянский Г.Я., Бурлаков В.С. Машина для перфорирования Бюл. с-х. приборостроение. 1998. №2. С. 23-24.
8. Резанов А.П., Свиридов А.Н., Волков Д.П. Электропривод и электрооборудование сельскохозяйственных предприятий. М.: КолоС, 2012. 271 с.
9. Головкин В.А. Итоги работы Укр. НИИШ и перспективы. Шелк. 1992. № 1. С. 22-24.
10. Щербатов И.А. Технология гренажного производства. М.: Сельхозиздат, 1998. 363 с.

#### References

1. Burlakov V.S. Issledovanie novykh mekhanizirovannykh tekhnologij shelkovodstva. [The study of new mechanized technologies of sericulture abstracts of reports of an international scientific and practical conference. NPTSNA Belarus on livestock]. Zhodino, 2007 . Pp. 306-308.

2. Burlakov V.S. Po voprosu zagotovki korma dlya tutovogo shelkopryada s kustovyh plantacij shelkovicy [On the issue of preparation of food for mulberry silkworm from mulberry bush plantations]. Scientific Collection. «Shovkivnitsvo». 2003 No. 24. Kharkov. Club «Harmony». Pp. 128-131.
3. Burlakov V.S. Issledovanie processa izgotovleniya s"emnikov [Investigation of the process of making stripers] // Materials of reports of the international scientific conference «Problems of agricultural production and ways to solve them», Belgorod: BelSAA, 2012. P.153.
4. Burlakov V.S. Povyshenie effektivnosti shelkovodstva na baze novyh tekhnologij s ispol'zovaniem razrabotannyh tekhnicheskikh sredstv [Improving the efficiency of sericulture based on new technologies using developed technical means]: monograph. Belgorod: BelGAU 2019. 268 p.
5. Burlakov V.S. Novaya tekhnologiya otrakovki defektnoj greny v grenoproizvodstve [New technology for rejection of defective grains in greno-production]. Sat. Scientific works KHGVA, Vol. 12., Part 1., Kharkov. 2004 . Pp. 256 - 261.
6. Burlakov V.S. Nekotorye teoreticheskie i eksperimental'nye issledovaniya s cel'yu povysheniya effektivnosti processa rasfasovki promyshlennoj greny tutovogo shelkopryada [Some theoretical and experimental studies with the aim of increasing the efficiency of the process of packaging industrial silkworm silkworms]. Sat. Scientific works KHGVA, Vol. 12., Part 1., Kharkov. 2004 . Pp. 262 - 266.
7. Kuznetsov E.V., Kupyansky G.Ya., Burlakov V.S. Mashina dlya perforirovaniya [Punching Machine]. Bull. S. Instrumentation. 1998. No. 2. Pp. 23-24.
8. Rezanov A.P., Sviridov A.N., Volkov D.P. Elektroprivod i elektrooborudovanie sel'skohozyajstvennyh predpriyatij [Electric drive and electrical equipment of agricultural enterprises]. М.: KoloS, 2012. 271 p.
9. Golovko V.A. Itogi raboty Ukr. NIISH i perspektivy [The results of the work of Ukr. NIISH and prospects]. Silk. 1992. No. 1. Pp. 22-24.
10. Shcherbakov I.A. Tekhnologiya grenazhnogo proizvodstva [Technology of drainage production]. М.: Selkhozizdat, 1998. 363 p.

#### **Сведения об авторе**

Бурлаков Владимир Сергеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, заслуженный изобретатель ТССР, лауреат государственной премии Туркменистана в области науки и техники, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, профессор, 308503, пос. Майский, Белгородский района, Белгородской области, ул. Вавилова 1, тел. 89517658942, [Burlakov1309@mail.ru](mailto:Burlakov1309@mail.ru)

#### **Information about authors**

Burlakov Vladimir Sergeevich, Doctor of Agricultural Sciences, professor in the department of electrical and electrotechnology in agriculture, honored inventor TSSR, laureate of the State Prize of Turkmenistan in the field of science and technology, Belgorod State Agricultural University named after VY Gorin, professor, 308503, Maisky, Belgorod region, Belgorod Region, Str. Vavilov 1, tel. 89517658942, [Burlakov1309@mail.ru](mailto:Burlakov1309@mail.ru)

УДК 621.311.182

*С.В. Вендин, А.Ю. Мамонтов*

## ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ МОЩНОСТИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОТЫ ДЛЯ БИОГАЗОВОГО РЕАКТОРА

**Аннотация.** При переработке органических отходов в биогаз необходимо учитывать особенности конструкции оборудования, состав сырья и технологические режимы его сбраживания. В случае недостатка теплоты производимой во время химической реакции брожения для обеспечения технологического режима используют дополнительные источники теплоты. Это могут быть различные теплообменные аппараты или электрические нагреватели (ТЭНы). Проблема состоит в правильном выборе мощности дополнительных источников теплоты. В статье приведены результаты теоретических исследований по оценке величины мощности дополнительных источников теплоты для подогрева сырья в биогазовом реакторе. Расчетные зависимости по оценке мощности сторонних источников теплоты для рассмотренной физической модели были получены на основе решения уравнения теплопроводности Фурье в слоистых средах. Рассматривалась одномерная задача. На наружной поверхности стенки принимались граничные условия третьего рода. Между внутренней поверхностью стенки и внутренним объемом биомассы внутри реактора обеспечивались условия сопряжения температурных полей и тепловых потоков четвертого рода. Получены аналитические соотношения для расчета температурных полей внутри биореактора цилиндрической формы, а также расчетные формулы оценки мощности равномерно распределенных внутри рабочего объема дополнительных источников теплоты для подогрева массы в биореакторе. Установлено, что необходимая для обеспечения разницы температур мощность дополнительных источников теплоты не зависит от радиуса рабочего объема биореактора и определяется такими параметрами, как теплопроводность биомассы и высота биореактора. Необходимая мощность дополнительных источников теплоты практически не зависит от толщины стенки реактора, но существенно зависит от температуры наружной среды вне реактора. Перепад температур между центром и внутренней стенкой реактора практически зависит только от толщины стенки биореактора. Однако с увеличением толщины стенки биореактора абсолютная температура внутри него, хотя и незначительно, но повышается.

**Ключевые слова:** мощность, источники теплоты, биогаз, биореактор, температурное поле.

### EVALUATION OF THE POWER QUANTITY OF ADDITIONAL HEAT SOURCES FOR A CYLINDRICAL BIOGAS REACTOR

**Abstract.** When processing organic waste into biogas, it is necessary to take into account the design features of the equipment, the composition of the raw materials and the technological modes of its fermentation. If there is a lack of heat produced during the chemical fermentation reaction, additional heat sources are used to ensure the technological regime. It can be various heat exchangers or electric heaters (heating elements). The problem is the correct choice of power of additional heat sources. The article presents the results of theoretical studies evaluating the power value of additional heat sources for heating raw materials in a biogas reactor. The calculated dependences for estimating the power of external heat sources for the considered physical model were obtained on the basis of solving the Fourier heat equation in layered media. A one-dimensional problem was considered. On the outer surface of the wall, boundary conditions of the third kind were adopted. Between the inner surface of the wall and the internal volume of biomass inside the reactor, the conditions of conjugation of temperature fields and heat flows of the fourth kind were provided. Analytical relations are obtained for calculating the temperature fields inside a cylindrical bioreactor, as well as calculation formulas for estimating the power of additional heat sources evenly distributed inside the working volume for heating the mass in the bioreactor. It has been established that the power of additional heat sources, necessary to ensure the temperature difference, does not depend on the radius of the working volume of the bioreactor and is determined by such parameters as the thermal conductivity of the biomass and the height of the bioreactor. The required power of additional heat sources practically does not depend on the wall thickness of the reactor, but significantly depends on the temperature of the external environment outside the reactor. The temperature difference between the center and the inner wall of the reactor practically depends only on the wall thickness of the bioreactor. However, with an increase in the wall thickness of the bioreactor, the absolute temperature inside it, although insignificantly, increases.

**Keywords:** power, heat sources, biogas, bioreactor, temperature field.

**Введение.** При переработке органических отходов в биогаз необходимо учитывать особенности конструкции оборудования, состав сырья и технологические режимы его сбраживания [1-7]. При этом выделяют психрофильный (20–25 °С), мезофильный (25–40 °С) и термофильный (свыше 40 °С) режимы сбраживания.

Технологическим регламентом необходимо также выдерживать определенные требования по колебаниям температуры в течение определенного времени, которые в зависимости от рекомендуемых режимов могут составлять от  $\pm 0,5$  °С/ч (при термофильном режиме) до  $\pm 2$

°С/ч (при психрофильном режиме) [2, 4-7]. Диапазон изменения температуры определяется конкретной температурой при брожении.

При недостатке теплоты производимой во время химической реакции брожения для обеспечения технологического режима используют дополнительные (сторонние) источники теплоты [8-12]. Это могут быть различные теплообменные аппараты или электрические нагреватели (ТЭН). Проблема состоит в правильном выборе мощности дополнительных источников теплоты.

**Основные результаты.** Сбраживание органического сырья осуществляется в биогазовых реакторах, простейшая конструкция которых представляет цилиндрическую емкость, оснащенную перемешивающими устройствами, а также устройствами подачи свежего сырья, отбора биогаза и выгрузки отработанного сырья.

Расчет мощности дополнительных источников теплоты может быть проведен на основе решения уравнения теплопроводности Фурье в слоистых средах [13-16].

Для математической постановки задачи физическую модель биореактора можно представить в виде сплошного цилиндра радиусом  $R_1$  (рабочий объем реактора) и высотой  $H$ , окруженного цилиндрической оболочкой (стенкой) с толщиной  $\Delta$ . При этом наружный радиус конструкции будет равен  $R_2 = R_1 + \Delta$ .

Мощность дополнительных (сторонних) источников теплоты, которые можно расположить внутри рабочего объема реактора, будет зависеть от распределения температурного поля внутри конструкции и условий теплообмена снаружи.

Технологический диапазон изменения температуры при сбраживании, в первом приближении, можно определить двумя способами: как разницу значений температурного поля между центром биореактора  $T_1(0)$  и у внутренней стенки биореактора  $T_1(R)$ :

$$\Delta T_1 = T_1(0) - T_1(R), \quad (1)$$

или как разницу значений температурного поля между температурой на оси биореактора  $T_{кр} = T_1(0)$  и температурой снаружи (окружающей среды)  $T_c$ :

$$\Delta T = T_1(0) - T_c. \quad (2)$$

Таким образом, расчетная модель биогазового реактора представляется двухслойным цилиндром с внутренним радиусом  $R_1$  (рабочий объем реактора), внешним радиусом  $R_2$  (с учетом толщины стенки реактора  $\Delta$ ) и высотой  $H$ , а для расчета температуры принимаем осесимметричное распределение температурного поля, когда температура внутри реактора зависит только от координаты  $R$ , т.е. рассматриваем одномерную задачу. На наружной поверхности стенки принимаем граничные условия третьего рода, а между внутренней поверхностью стенки и внутренним объемом биомассы внутри реактора обеспечиваем условия сопряжения температурных полей и тепловых потоков четвертого рода.

С учетом изложенного, распределение температурного поля в каждом слое определяется общим уравнением теплопроводности Фурье [13-16]:

$$\frac{\partial T_i(\tau, r)}{\partial \tau} = a_i \nabla T_i(\tau, r) + \frac{q_i(\tau, r)}{\rho c}, \quad i = 1, 2, \quad (3)$$

где  $a_i$ ,  $\rho_i$ ,  $c_i$  - соответственно температуропроводность, плотность, теплоемкость материала в каждом цилиндрическом слое;  $q_i(r)$  - мощность внутренних (дополнительных (сторонних)) источников теплоты в каждом цилиндрическом слое;  $\nabla T_i(\tau, r)$  - оператор Лапласа, в случае осесимметричного распределения температурного поля в каждом слое:

$$\nabla T_i(\tau, r) = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T_i(\tau, r)}{\partial r} \right), \quad i = 1, 2. \quad (4)$$

Для установившегося режима (стационарного случая) уравнение (3) приобретает вид:

$$\nabla T_i(r) = - \frac{q_i(r)}{\lambda_i}, \quad i = 1, 2. \quad (5)$$

где  $\lambda_i$  - теплопроводность материала каждого слоя.

Будем полагать также, что объект является изотропным, т.е. теплофизические параметры постоянны и однородны по всему занимаемому ими объему.

Граничные условия на внутренней поверхности  $r = R_1$  определим как граничные условия четвертого рода:

$$T_1(R_1) = T_2(R_1), \quad (6)$$

$$\lambda_1 \frac{dT_1(R_1)}{dR} = \lambda_2 \frac{dT_2(R_1)}{dR}. \quad (7)$$

Условия теплоотдачи на внешней поверхности  $r = R_2$  определим как граничные условия третьего рода:

$$T_2(R_2) + (\lambda_2/\alpha) \frac{dT_2(R_2)}{dR} = T_c, \quad (8)$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи на внешней поверхности  $r = R_2$ ;  $T_c$ - температура окружающей среды.

Решением уравнения (5) является функция [8]:

$$T_i(r) = g_i(r) + A_i P_i(r) + B_i, i = 1, 2, \quad (9)$$

где  $A, B$  - постоянные коэффициенты определяемые граничными условиями,

$$P_i(r) = \ln r, \quad (10)$$

$$g_i(r) = - \int \frac{\partial r}{r} \int r \frac{q_i(r)}{\lambda} dr. \quad (11)$$

Для независимых от пространственной координаты  $r$  источников теплоты (равномерно распределенных по объему)  $q_i(r) = q_i$ , а функция определяемая интегралом (11) имеет вид:

$$g_i(r) = - \frac{q_i}{4\lambda_i} r^2. \quad (12)$$

С учетом ограниченности решения при  $r = 0$  следует полагать  $A_1 = 0$ .

В этом случае решениями для температурных полей в каждом слое являются функции:

$$T_1(r) = T_c - \frac{q_1}{4\lambda_1} r^2 + B_1, 0 \leq r \leq R_1, \quad (13)$$

$$T_2(r) = T_c - \frac{q_2}{4\lambda_2} r^2 + A_2 \ln r + B_2, R_1 \leq r \leq R_2. \quad (14)$$

Если внутренние источники теплоты присутствуют только внутри объема реактора ( $q_2 = 0$ ), то получим:

$$T_1(r) = T_c - \frac{q_1}{4\lambda_1} r^2 + B_1, 0 \leq r \leq R_1, \quad (15)$$

$$T_2(r) = T_c + A_2 \ln r + B_2, R_1 \leq r \leq R_2. \quad (16)$$

Выражения (14), (15) можно представить в форме:

$$T_1(r) = T_c + \frac{q_1}{4\lambda_1} (C_3 - r^2), 0 \leq r \leq R_1, \quad (17)$$

$$T_2(r) = T_c + \frac{q_1}{4\lambda_1} (C_1 \ln r + C_2), R_1 \leq r \leq R_2. \quad (18)$$

Значения коэффициентов  $C_1, C_2, C_3$  определяются из условий (6), (7), (8):

$$C_1 = -2(\lambda_1/(\lambda_2))R_1^2, \quad (19)$$

$$C_2 = -C_1 \ln R_2 - C_1(\lambda_2/\alpha)(1/R_2), \quad (20)$$

$$C_3 = C_1 \ln R_1 + C_2 + R_1^2. \quad (21)$$

Таким образом, выражения (17)-(21) определяют распределение температурного поля в объекте.

В рекомендациях по температурным режимам сбраживания биомассы обычно указывают рекомендуемую температуру или диапазон температур, например для мезофильного температурного режима - 34...37°C. В этом случае диапазон температур в первом приближении можно принимать в качестве значений температурного поля у стенок реактора  $T_1(R)$  и в центре реактора  $T_1(0)$ .

Тогда для поддержания диапазона температур  $\Delta T_1 = T_1(0) - T_1(R)$  из выражения (17) получим:

$$\Delta T_1 = T_1(0) - T_1(R) = \frac{q_1}{4\lambda_1} R_1^2. \quad (22)$$

Мощность дополнительных (сторонних) источников теплоты определяется выражением:

$$q_1 = 4\lambda_1 \Delta T_1 / R_1^2. \quad (23)$$

С учетом предположений, что мощность источников  $P$  распределена по всему объему реактора  $V$ , то для  $q$  получим:

$$q_1 = P/V = 4\lambda\Delta T_1/R_1^2. \quad (24)$$

Объема цилиндрического реактора равен:

$$V = \pi R_1^2 H, \quad (25)$$

где  $H$  - высота реактора.

Окончательно с учетом (24) и (25) получаем выражение для расчета тепловой мощности источников  $P$ :

$$P = 4\pi\lambda_1 H \Delta T_1. \quad (26)$$

Выражение (26) в точности совпадает с зависимостью, приведенной в работе [12].

Из выражения (26) следует, что мощность равномерно распределенных дополнительных (сторонних) источников теплоты, необходимая для поддержания разницы температур  $\Delta T_1$  между стенкой и центром реактора зависит от высоты реактора  $H$  и теплопроводности биомассы  $\lambda_1$  и не зависит от его радиуса  $R_1$ .

На рисунке 1 представлены расчетные значения мощности источника теплоты в зависимости от высоты реактора  $H$  при различных значениях  $\Delta T_1$  (°C) для биомассы с теплопроводностью  $\lambda_1 = 0,6$  Вт/(мК).

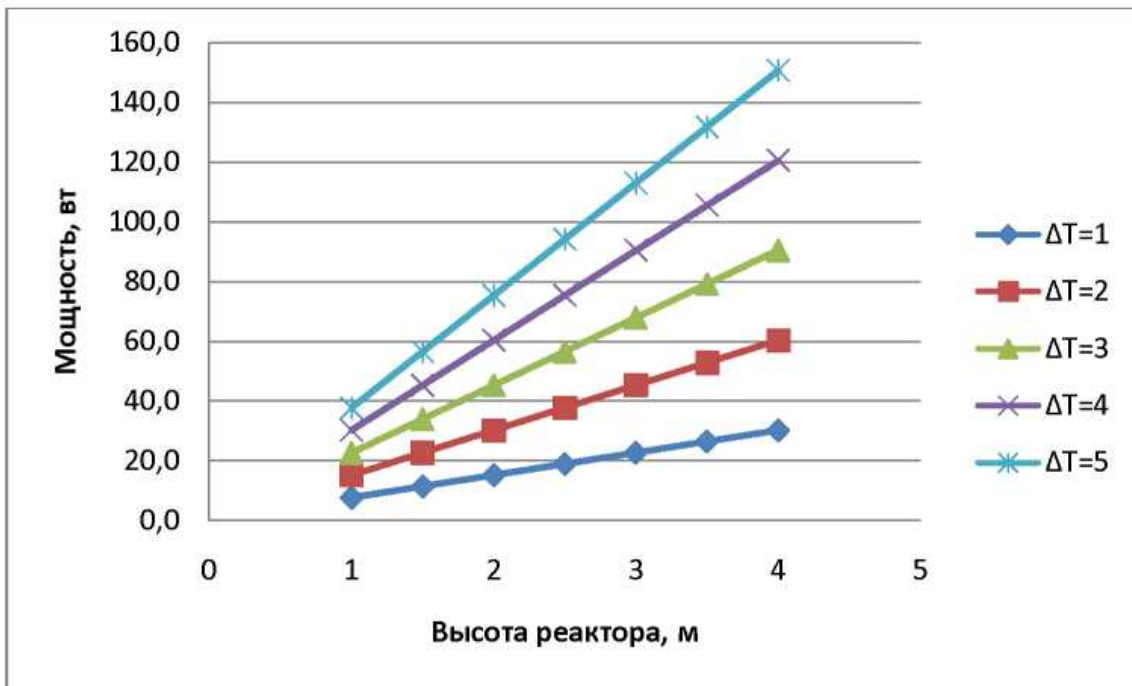


Рис. 1. Мощность дополнительных (сторонних) источников теплоты в зависимости от высоты реактора  $H$  при различных значениях  $\Delta T_1$  (°C)

Следующим важным моментом является поддержание оптимальных температур внутри реактора в зависимости от температуры снаружи (окружающей среды)  $T_c$ , от теплофизических свойств стенки  $\lambda_2$ , толщины стенки  $\Delta = R_2 - R_1$  и интенсивности теплообмена  $\alpha$ .

Если принять нормируемой (критической) температурой температуру на оси реактора  $T_{кр} = T_1(0)$ , то требуется оценить мощность дополнительных источников теплоты для поддержания разницы температур  $\Delta T = T_1(0) - T_c$ .

Анализ показывает, что в этом случае мощность дополнительных источников теплоты будет определяться согласно выражения:

$$P = 4\pi\lambda_1 H \Delta T F(R_1, \Delta, \lambda_2, \alpha), \quad (27)$$

где  $F(R_1, \Delta, \lambda_2, \alpha)$  – безразмерная функция учитывающая свойства стенки и условий теплообмена:



$$F(R_1, \Delta, \lambda_2, \alpha) = 1/[1 + 2\lambda_1/(\alpha(R_1 + \Delta)) - 2(\lambda_1/\lambda_2)\ln(R_1/(R_1 + \Delta))], \quad (28)$$

где  $\Delta$  - толщина стенки;  $R_1$  - внутренний радиус реактора;  $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи на внешней поверхности;  $\lambda_1$  - коэффициент теплопроводности биогазовой среды;  $\lambda_2$  - коэффициент теплопроводности стенки реактора.

Коэффициент теплоотдачи на внешней поверхности  $\alpha$  можно определить по формуле:

$$\alpha = \lambda_c N_u / (2R_2), \quad (29)$$

где  $\lambda_c$  - коэффициент теплопроводности внешней среды;  $N_u$  - безразмерный критерий Нусельта для условий теплообмена.

Тогда функция  $F(R_1, \Delta, \lambda_2, \alpha)$  определяется согласно следующего выражения:

$$F(R_1, \Delta, \lambda_2, \alpha) = 1/[1 + 4\lambda_1/(N_u \lambda_c) - 2(\lambda_1/\lambda_2)\ln(R_1/(R_1 + \Delta))], \quad (30)$$

где  $\Delta$  - толщина стенки;  $R_1$  - внутренний радиус реактора;  $\lambda_c$  - коэффициент теплопроводности внешней среды;  $\lambda_1$  - коэффициент теплопроводности биогазовой среды;  $\lambda_2$  - коэффициент теплопроводности стенки реактора;  $N_u$  - безразмерный критерий Нусельта для условий теплообмена.

Результаты расчетов мощности равномерно распределенных внутри рабочего объема биореактора дополнительных (сторонних) источников теплоты при изменении толщины кирпичной стенки  $\Delta$  и наружной температуры воздуха  $T_c$  проведенные с учетом выражений (27) - (30) приведены на рисунке 2.

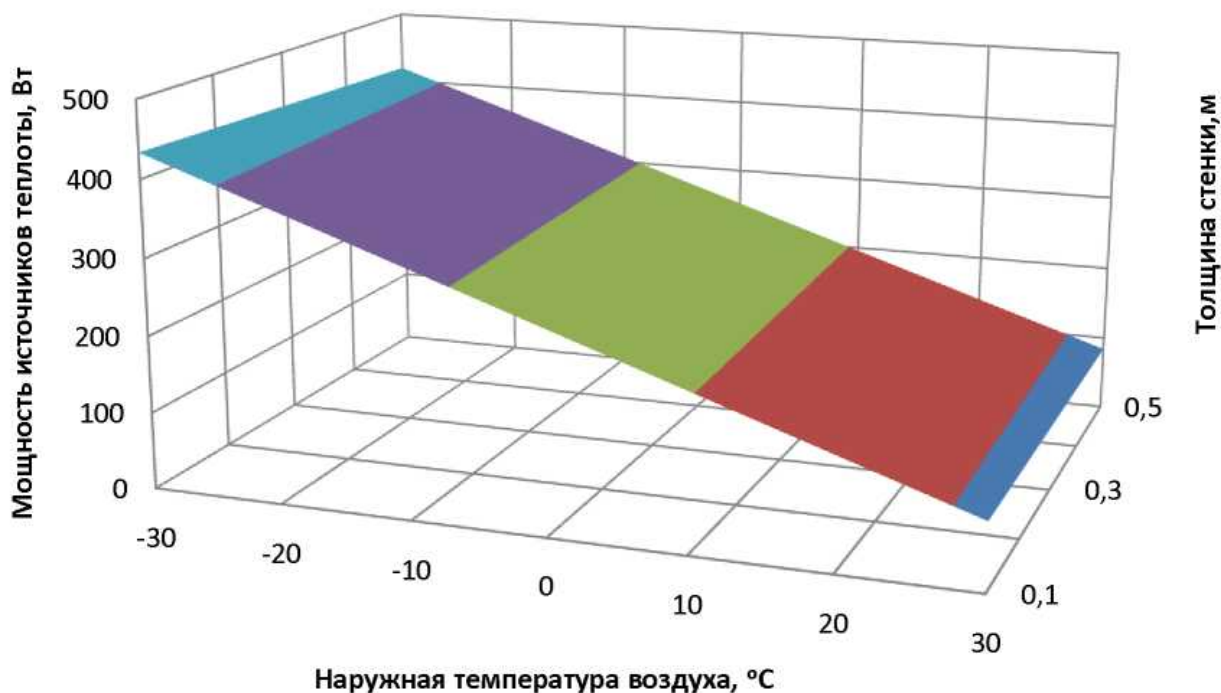


Рис. 2. Мощность дополнительных (сторонних) источников теплоты при изменении толщины кирпичной стенки  $\Delta$  и наружной температуры воздуха  $T_c$

Характер представленной на рисунке 2 поверхности указывает на то, что необходимая мощность практически не зависит от толщины стенки реактора  $\Delta$ , но существенно зависит от температуры наружной среды вне реактора  $T_c$ .

Ниже на рисунке 3 приведены, полученные по выражениям (17) - (18), расчетные значения температурного поля внутри биореактора в зависимости от толщины стенки при следующих значениях параметров:  $\lambda_1 = 0,6$  Вт/(мК);  $\lambda_2 = 0,4$  Вт/(мК);  $\lambda_c = 0,022$  Вт/(мК);  $H = 5$  м;  $R_1 = 5$  м;  $T_{кр} = 45$  °С;  $N_u = 2$ ;  $T_c = 0$  °С;  $P = 30$  Вт.



Рис. 3. Распределение температурного поля внутри биореактора при изменении толщины кирпичной стенки  $\Delta$

Анализ поверхности представленной на рисунке 3 показывает, что перепад температур между центром и внутренней стенкой реактора практически зависит от толщины стенки биореактора  $\Delta$ , разница температур составляет  $\Delta T = 0,796^\circ\text{C}$ . Однако с увеличением толщины стенки биореактора  $\Delta$  абсолютная температура внутри него, хотя и несущественно, но повышается и составляет:  $T_1(0) = 44,27^\circ\text{C}$  при  $\Delta = 0,1$ ;  $T_1(5) = 44,45^\circ\text{C}$  при  $\Delta = 0,5$ .

**Заключение.** Получены аналитические соотношения для расчета температурных полей внутри биореактора цилиндрической формы, а также расчетные формулы оценки мощности равномерно распределенных внутри рабочего объема дополнительных (сторонних) источников теплоты для подогрева массы в биореакторе.

В результате теоретических исследований установлено, что необходимая для обеспечения разницы температур  $\Delta T_1$  мощность дополнительных (сторонних) источников теплоты не зависит от радиуса рабочего объема биореактора  $R_1$  и определяется такими параметрами, как теплопроводность биомассы  $\lambda_1$  и высота биореактора  $H$ .

Необходимая мощность дополнительных (сторонних) источников теплоты практически не зависит от толщины стенки реактора  $\Delta$ , но существенно зависит от температуры наружной среды вне реактора  $T_c$ .

Перепад температур между центром и внутренней стенкой реактора практически зависит от толщины стенки биореактора  $\Delta$ , разница температур составляет  $\Delta T = 0,796^\circ\text{C}$ . Однако с увеличением толщины стенки биореактора  $\Delta$  абсолютная температура внутри него, хотя и несущественно, но повышается и составляет:  $T_1(0) = 44,27^\circ\text{C}$  при  $\Delta = 0,1$ ;  $T_1(5) = 44,45^\circ\text{C}$  при  $\Delta = 0,5$ .

#### Библиография

1. Зазуля А.Н., Хребтов Н.А. Основные направления использования биогаза в мире // «Наука в центральной России» Научно-производственный периодический журнал. 2008. № 2. С. 31-35.
2. Трахунова И.А., Халитова Г.Р., Карасева Ю.В. Эффективность процесса анаэробного сбраживания при различных режимах гидравлического перемешивания // Альтернативная энергетика и экология. 2011. № 10. С. 90-94.
3. Ковалёва М.Ю. Белгородская область: альтернативная энергия – спутник Агропрома // Альтернативная энергетика и экология. 2012. № 3. С. 112-115.
4. Мирошниченко И.В. Биологические способы переработки и утилизации отходов животноводческих комплексов в Белгородской области // Материалы международной научно-производственной конференции «Биологические проблемы природопользования». Белгород: Изд-во Белгородской ГСХА, 2012. С. 45 - 47.

5. Линднер И.Ф., Леммер А., Мирошниченко И.В. Увеличение метановой продуктивности богатой лигноцеллюлозой биомассы путем механической и энзимной подготовки при ее повторной переработке в биогаз // *Инновации в АПК: проблемы и перспективы*. 2015. № 2 (6). С. 111 – 117.
6. Евстафьев Д.П. Повышение эффективности технологии анаэробной переработки биоотходов применением электротехнического устройства контроля pH // *Автореферат дисс. канд. тех. наук*. Саратов, 2015. 16 с.
7. Садчиков А.В., Кокарев Н.Ф. Оптимизация теплового режима в биогазовых установках // *Фундаментальные исследования*. 2016. № 2-1. С. 90-93.
8. Вендин С.В., Мамонтов А.Ю. Обоснование параметров терморегуляции и перемешивания при анаэробном сбраживании // *Сельский механизатор*. 2016. № 7. С. 20-22.
9. Вендин С.В., Мамонтов А.Ю. Автоматизация механических и тепловых процессов в многокамерном биогазовом реакторе непрерывной загрузки сырья // *Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина*. 2016. № 4 (74). С.55-60.
10. Вендин С.В., Мамонтов А.Ю. Электрооборудование биогазового реактора // *Сельский механизатор*. 2017. № 5. С. 26-27.
11. Вендин С.В., Мамонтов А.Ю., Каплин А.В. Программа расчета геометрических и конструкционных параметров биогазового реактора // *Промышленная энергетика*. 2017. № 3. С. 51-55.
12. Вендин С.В., Мамонтов А.Ю. Расчет мощности дополнительных источников теплоты для подогрева биомассы в биогазовом реакторе // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им.В.Г. Шухова*. 2017. № 7. С. 97-99.
13. Вендин С.В. К расчету нестационарной теплопроводности в многослойных объектах при граничных условиях третьего рода // *ИФЖ*. 1993. Т.65. № 8. С. 249-251.
14. Vendin S.V. Calculation of nonstationary heat conduction in multilayer objects with boundary conditions of the third kind // *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 1993. Т. 65. № 2. С. 823.
15. 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.
16. Vendin S.V. On the Solution of Problems of Transient Heat Conduction in Layered Media // *International Journal of Environmental and Science Education*. 2016.Т. 11. № 18. С. 12253-12258.

#### References

1. Zazulya A.N., Khrebtov N.A. Osnovnyye napravleniya ispol'zovaniya biogaza v mire [The main directions of biogas use in the world] // «Science in Central Russia» Scientific-Production Periodical Journal. 2008. No 2. Pp. 31-35.
2. Trakhunova I.A., Khalitova G.R., Karaseva YU.V. Effektivnost' protsessa anaerobnogo sbrzhivaniya pri razlichnykh rezhimakh gidravlicheskogo peremeshivaniya [The efficiency of the anaerobic digestion process under various modes of hydraulic mixing] // *Alternative Energy and Ecology*. 2011. No 10. Pp. 90-94.
3. Kovalova M.YU. Belgorodskaya oblast': al'ternativnaya energiya – sputnik Agroproma [Belgorod region: alternative energy - a satellite of the Agroprom] // *Alternative energy and ecology*. 2012. No 3. Pp. 112-115.
4. Miroshnichenko I.V. Biologicheskiye sposoby pererabotki i utilizatsii otkhodov zhivotnovodcheskikh kompleksov v Belgorodskoy oblasti [Biological methods of processing and disposal of waste from livestock complexes in the Belgorod region] // *Materials of the international scientific-industrial conference «Biological problems of nature management»*. Belgorod: Publishing House of the Belgorod State Agricultural Academy, 2012. Pp. 45 - 47.
5. Lindner I.F., Lemmer A., Miroshnichenko I.V. Uvelicheniye metanovoy produktivnosti bogatoy lignotsellyulozoy biomassy putem mekhanicheskoy i enzimnoy podgotovki pri yeye povtorno pererabotke v biogas [Increasing methane productivity of rich biomass lignocellulose by mechanical and enzymatic preparation during its reprocessing into biogas] // *Innovations in the agricultural sector: problems and prospects*. 2015. No. 2 (6). Pp. 111 - 117.
6. Yevstaf'yev D.P. Povysheniye effektivnosti tekhnologii anaerobnoy pererabotki biootkhodov primeneniye elektrotekhnicheskogo ustroystva kontrolya pH [Improving the efficiency of the technology of anaerobic processing of biowaste using an electrotechnical pH control device] // *Abstract of diss. Cand. those. sciences*. Saratov, 2015. 16 p.
7. Sadchikov A.V., Kokarev N.F. Optimizatsiya teplovogo rezhima v biogazovykh ustanovkakh [Optimization of the thermal regime in biogas plants] // *Basic research*. 2016. No. 2-1. Pp. 90-93.
8. Vendin S.V., Mamontov A.YU. Obosnovaniye parametrov termoregulyatsii i iperemeshivaniya pri anaerobnom sbrzhivani [Justification of the parameters of thermoregulation and mixing during anaerobic digestion] // *Rural machine operator*. 2016. No 7. Pp. 20-22.
9. Vendin S.V., Mamontov A.YU. Avtomatizatsiya mekhanicheskikh i teplovykh protsessov v mnogokamernom biogazovom reaktore nepreryvnoy zagruzki syr'ya [Automation of mechanical and thermal processes in a multi-chamber biogas reactor for continuous loading of raw materials] // *Bulletin of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Moscow State Agroengineering University named after V.P. Goryachkina*. 2016. No 4 (74). Pp. 55-60.
10. Vendin S.V., Mamontov A.YU. Elektrooborudovaniye biogazovogo reaktora [Electrical equipment of a biogas reactor] // *Rural machine operator*. 2017. No 5. Pp. 26-27.

11. Vendin S.V., Mamontov A.YU., Kaplin A.V. Programma rascheta geometricheskikh i konstruktsionnykh parametrov biogazovogo reaktora [The program for calculating the geometric and structural parameters of a biogas reactor] // Industrial Energy. 2017. No 3. Pp. 51-55.
12. Vendin S.V., Mamontov A.YU. Raschet moshchnosti dopolnitel'nykh istochnikov teploty dlya podogreva biomassy v biogazovom reaktore [Calculation of the power of additional heat sources for heating biomass in a biogas reactor] // Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 2017. No. 7. Pp. 97-99.
13. Vendin S.V. K raschetu nestatsionarnoy teploprovodnosti v mnogosloynnykh ob"yektakh pri granichnykh usloviyakh tret'yego roda [To the calculation of unsteady heat conduction in multilayer objects under boundary conditions of the third kind] // IFZh. 1993. V. 65. No. 8. Pp. 249-251.
14. Vendin S.V. Calculation of nonstationary heat conduction in multilayer objects with boundary conditions of the third kind [Calculation of nonstationary heat conduction in multilayer objects with boundary conditions of the third kind] // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 1993. V. 65. No. 2. P. 823.
15. Vendin S.V., Shcherbinin I.A. K resheniyu zadach nestatsionarnoy teploprovodnosti v sloistykh sredakh [To solving the problems of unsteady heat conduction in layered media] // Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 2016. No 3. Pp. 96-99.
16. Vendin S.V. On the Solution of Problems of Transient Heat Conduction in Layered Media [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.

#### **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).

Мамонтов Артем Юрьевич, аспирант кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, 8-920-594-04-50, E-mail: [ligaman999@mail.ru](mailto:ligaman999@mail.ru).

#### **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).

Mamontov Artem Yuryevich, postgraduate student 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, 8-920-594-04-50, E-mail: [ligaman999@mail.ru](mailto:ligaman999@mail.ru).

УДК 620.179: 621.8

*А.Г. Пастухов, А.Г. Минасян*

## ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ОПТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОДШИПНИКОВЫХ УЗЛОВ

**Аннотация.** В сельском хозяйстве Российской Федерации обеспеченность энергетическими, транспортными и технологическими машинами составляет не более 60 %. При этом, имеющиеся машины на 60...70 % изношены и требуют восстановления ресурса до уровня новой техники. Опыт эксплуатации энергонасыщенных тракторов, автомобилей, сельскохозяйственных машин и зарубежной техники показал, что одними из наименее долговечных агрегатов механических трансмиссий являются карданные передачи с шарнирами неравных угловых скоростей на игольчатых подшипниках. Для оценки работоспособности соединений в карданных подшипниковых узлах по критериям прочности при отсутствии теоретических и экспериментальных данных используют методы механики твердого деформируемого тела - метод поляризационно-оптических исследований напряженно деформированного состояния в контакте деталей на основе плоских моделей из оптически активного материала. Цель работы - экспериментальные исследования оптической картины напряженно-деформированного состояния деталей карданных игольчатых подшипников в контакте «шип крестовины – игольчатый ролик» в поперечном и продольном сечениях. Напряженно-деформированное состояние модели по перечному сечению подшипникового узла представлено очагами изохром в виде круговых линий напряженного поля, порядок которых уменьшается при отдалении от наиболее нагруженного тела качения, что свидетельствует о нагруженности не более 40...50 по площади контактных поверхностей. Из условия максимальной равномерности распределения напряжений и минимизации краевого эффекта в модели продольного сечения подшипникового узла наиболее благоприятным является вариант нагружения  $e=+1$ , при котором радиальная нагрузка на подшипник смещена на 0,1...0,2 длины контакта. Анализ результатов исследований оптических моделей позволил обосновать техническое решение по модернизации конструкции вилки карданных шарниров с целью повышения самоустанавливаемости подшипниковых узлов по отношению к действию радиальной нагрузки в эксплуатации.

**Ключевые слова:** поляризационно-оптический метод, трансмиссия, карданная передача, шарнир, подшипниковый узел.

### POLARIZATION-OPTICAL STUDIES OF STRESS-STRAIN STATE OF BEARING UNITS

**Abstract.** In agriculture of the Russian Federation, the availability of energy, transport and technological machines is no more than 60%. At the same time, the available machines are 60...70% worn out and require restoration of the resource to the state of the art. Experience of operation of power-saturated tractors, cars, agricultural machines and foreign equipment has shown that one of the least durable units of mechanical transmissions is drive lines with joints of unequal angular speeds on needle bearings. In order to assess operability of joints in cardan bearing units by strength criteria in the absence of theoretical and experimental data, methods of mechanics of solid deformed body are used - method of polarization-optical investigations of stressed deformed state in contact of parts on the basis of flat models from optically active material. The purpose of the work is experimental studies of the optical picture of the stress-deformed state of the parts of the cardan needle bearings in the contact "cross pin - needle roller" in transverse and longitudinal sections. The stress-strain state of the model according to the list section of the bearing assembly is represented by isochrome centers in the form of circular lines of the stressed field, the order of which decreases at the distance from the most loaded rolling body, which indicates the loading of not more than 40... 50% by the area of the contact surfaces. From condition of maximum uniformity of stress distribution and minimization of edge effect in model of longitudinal section of bearing unit the most favorable is version of loading  $e=+1$ , at which radial load on bearing is shifted by 0.1...0.2 of contact length. Analysis of the results of research of optical models allowed to justify the technical solution on modernization of the design of the plug of cardan joints in order to increase self-alignment of bearing units with respect to the action of radial load in operation.

**Keywords:** polarization-optical method, transmission, drive line, joint, bearing unit.

**Постановка проблемы.** Обеспеченность энергетическими, транспортными и технологическими машинами в сельском хозяйстве России составляет не более 60 %, в частности, тракторами – на 44 %. Однако и то, что имеется, на 60...70 % изношено и требует качественного капитального ремонта с восстановлением ресурса до уровня новой техники. Решением проблем работоспособности такого машинно-тракторного парка является повышение качества технического обслуживания и ремонта, а также широкое применение экспериментальных исследований и ресурсных испытаний узлов и агрегатов механических трансмиссий, основу которых составляют новые технологии и оборудование, обеспечивающие повышение

ресурса отремонтированных узлов и агрегатов до 100 % уровня от ресурса новых изделий при цене, составляющей 50...70 % стоимости новых [1].

Опыт эксплуатации энергонасыщенных тракторов (К-744, Т-150К, ХТЗ-17221), автомобилей (МАЗ, КамАЗ), сельскохозяйственных машин (КСК-100А, ПРТ-10А, РОУ-6) и зарубежной техники по данным М.Г. Дегтярева, С.А. Лапшина, А.М. Сигаева, Э.П. Флика, И.С. Цитовича, W. Pampel, W. Reinecke, F. Duditz, H. Dietz, J. Glimore, G. Beardslay и других исследователей и производителей показал, что одними из наименее долговечных агрегатов механических трансмиссий являются карданные передачи с шарнирами неравных угловых скоростей на игольчатых подшипниках [2].

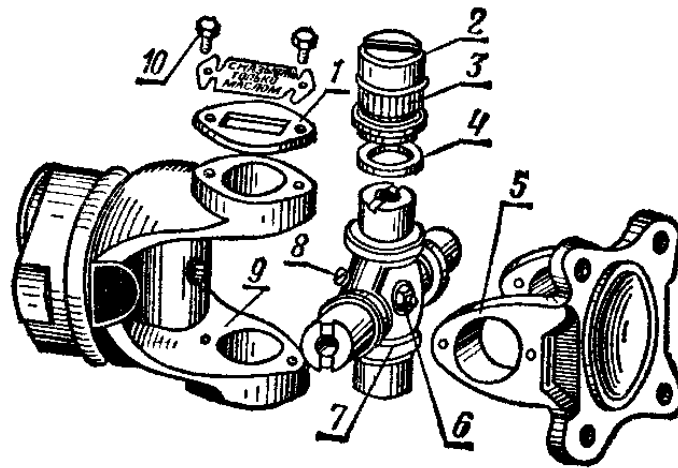
Для оценки работоспособности соединений деталей в подшипниковых узлах по критериям прочности при статических и динамических нагрузках широко используют испытания на специальных и универсальных установках, однако в некоторых случаях условия работы соединений настолько непрозрачны, что введение теоретических предпосылок и проведение натуральных экспериментальных исследований либо затруднены, либо дают не достоверные результаты. В этой связи в механике твердого деформируемого тела широко используется метод оптико-поляризационных исследований, который позволяет исследовать напряженно деформированное состояние в контакте деталей подшипниковых узлов на основе плоских оптических моделей из оптически активного материала. Результаты исследований представляются общей картиной распределения напряжений, что позволяет исследовать поля напряжений, определять направления и величины главных напряжений, выявлять концентрацию напряжений. Последнее необходимо для обоснования оптимальных форм и размеров деталей и конструкции при конструировании элементов узлов [3].

**Анализ последних исследований и публикаций.** Анализ многочисленных научных исследований в области надежности механических трансмиссий энергетических, транспортных и технологических машин показывает, что существует недостаточно работ в отношении карданных шарниров, основанных на системной проработке комплекса мероприятий на этапах конструирования, производства и эксплуатации, связанных с экспериментальными исследованиями условий нагружения и работы карданных подшипниковых узлов с целью выявления резервов совершенствования конструкции, технологий производства и эксплуатации, обеспечения саморегулирования и самоустановки под эксплуатационный уровень нагруженности [2, 4-6].

Широкое распространение карданных шарниров в передачах трансмиссий энергетических, транспортных и технологических машин связано с необходимостью передачи мощности от двигателя к агрегатам в условиях осевых и угловых перемещений. Конструкции КШ, входящие в состав карданных передач, однотипны (рисунок 1) с незначительными отличиями крепления подшипниковых узлов, зависящих от типоразмера (рисунок 2). По мнению многих исследователей и производителей из целого комплекса факторов, влияющих на работу карданного шарнира, основной причиной их недостаточной долговечности являются высокие контактные напряжения на поверхностях элементов подшипниковых узлов «шип крестовины – игольчатый ролик» и «игольчатый ролик – стакан подшипника».

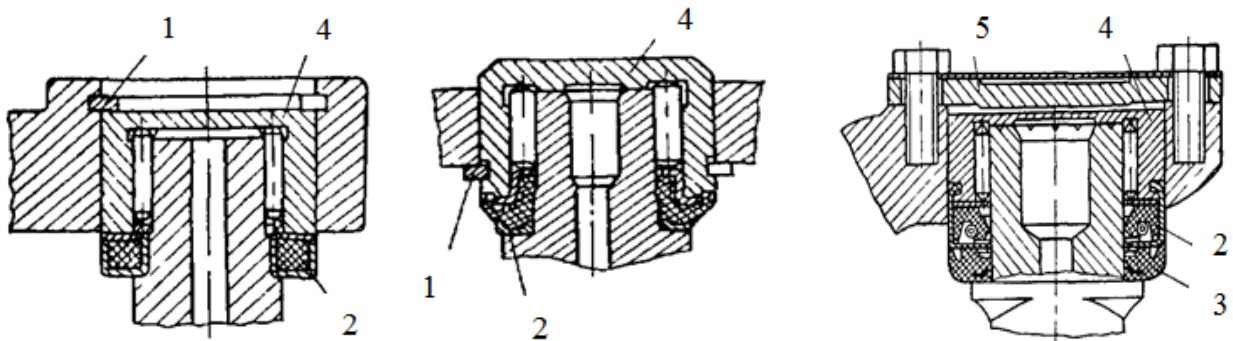
Повреждения рабочей поверхности шипов крестовины начинается с области у торца шипа и сопряженных с ней поверхностей роликов и стакана подшипника. Далее область разрушения распространяется сплошным фронтом в виде клинообразного пятна по поверхностям контакта шипа, роликов и стакана в направлении поверхности контакта с уплотнением (рисунок 3). Вследствие этого, шипы приобретают в поперечных сечениях овальную, а в продольных — конусную формы, что указывает на неравномерность распределения нагрузки в соединении «шип крестовины — игольчатый подшипник» [2, 4].

Из теории упругости известно, что для широкого класса плоских упругих задач распределение напряжений не зависит от упругих постоянных материалов, поэтому данные поляризационно-оптических исследований на моделях из прозрачных материалов, можно с достаточной для инженерной практики точностью переносить на реальные натурные тела [7].



1 – крышка; 2 – стакан; 3 – игольчатый подшипник; 4 – сальник; 5, 9 – вилки;  
6 – клапан; 7 – крестовина; 8 – масленка; 10 – болт

**Рис. 1. Конструкция серийного карданного шарнира**



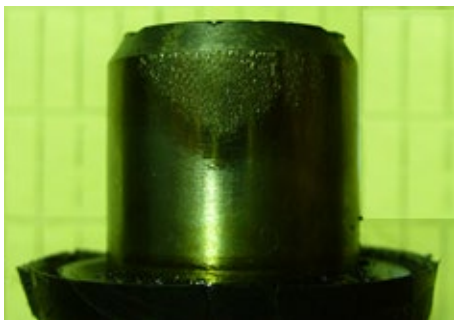
а) крепление стопорным кольцом сверху стакана;

б) крепление стопорным кольцом в нижней части стакана;

в) крепление посредством крышки

1 – стопорное кольцо; 2 – резиновое армированное радиальное уплотнение;  
3 – двухкромочное резиновое торцевое уплотнение; 4 – стакан; 5 – крышка

**Рис. 2. Варианты конструкций карданных подшипниковых узлов**



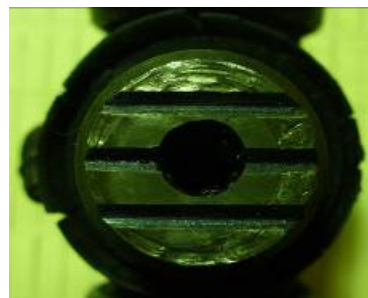
а) усталостное выкрашивание шипов



б) бринеллирование шипов



в) следы износа на стакане



з) износ торцов крестовины

**Рис. 3. Общий вид повреждений шипа крестовины и стакана подшипника**

Основной целью работы является экспериментальное исследование оптической картины напряженно-деформированного состояния карданных игольчатых подшипников в контакте «шип крестовины – игольчатый ролик» в поперечном и продольном сечениях.

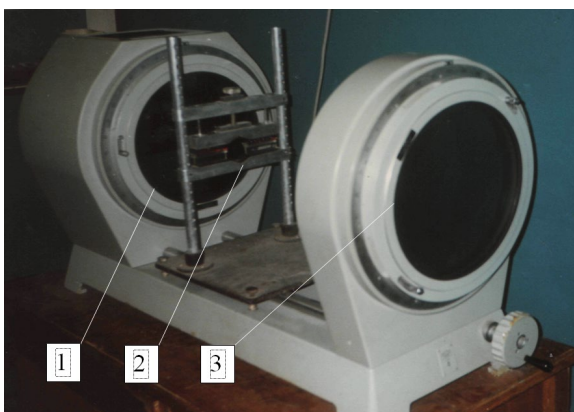
Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) провести анализ конструкций карданных игольчатых подшипников;
- 2) исследовать поля напряжений в окрестности точек контакта элементов подшипникового узла;
- 3) выявить «слабые» места контакта «шип крестовины – игольчатый подшипник» в продольной и поперечной плоскостях соединения.

**Основной материал исследований.** Отличительной особенностью оптико-поляризационного метода является представление общей качественной картины распределения напряжений, что позволяет достаточно просто исследовать поля напряжений, выявлять краевые эффекты напряжений с целью обоснования оптимальных форм и рациональных размеров деталей при конструировании. Для проводимых исследований достаточно данных, получаемых по картине изохром, так как наибольшие нагрузки всегда появляются на краю, где картина изохром полностью характеризует напряженное состояние, а также дает представление о распределении напряжений по всему полю. Варьируя формой и нагруженностью модели, можно выбрать рациональные форму и расчетную схему нагружения детали, а также сэкономить материал [7].

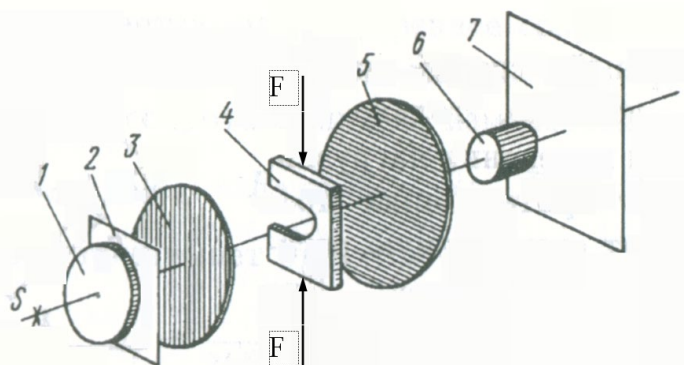
Программа оптических исследований содержит изучение напряженно-деформированного состояния, возникающего в моделях соединения «шип крестовины — игольчатый подшипник», при различных вариантах нагружения, с целью установления оптимального варианта нагруженности упомянутого соединения в поперечной и продольной плоскости, в плоскости контакта шипа и наиболее нагруженного ролика.

Исследования проводились на установке VEB-300 Carl Zeiss Jena GDR. Общий вид исследовательской установки (оптическая установка с нагрузочным приспособлением) представлен на рисунке 4. Схема оптико-поляризационной установки представлена на рисунке 5. При просвечивании плоской прозрачной модели белым светом от источника S, ненагруженную модель 4 помещают между поляризатором 3 и анализатором 5, при этом их оптические оси перпендикулярны и на экране не будет изображения. При нагружении модели 4 силой F материал поворачивает плоскость поляризации и поэтому свет частично проходит через анализатор 5 и объектив 6, а затем отображается на экране 7 в виде цветных полос с непрерывными переходами через цвета спектра.



1 - поляризатор, 2 - нагрузочное приспособление, 3 - анализатор

Рис. 4. Общий вид исследовательской установки



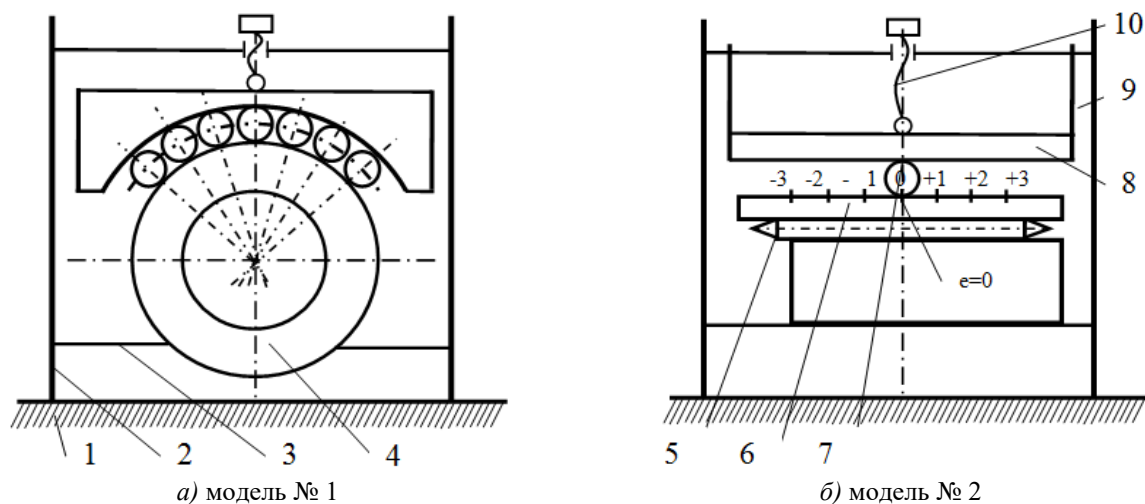
S – источник света, 1 – конденсор, 2 – светофильтр, 3 – поляризатор, 4 – модель, 5 – анализатор, 6 - объектив, 7 - экран

Рис. 5. Схема оптико-поляризационной установки

Поляризационно-оптическим исследованиям подвергались два варианта моделирования соединения карданного подшипникового узла в продольной и поперечной плоскостях:



- 1) модель № 1, имитирующая взаимодействие шипа крестовины и игольчатых роликов в поперечной плоскости подшипниковых узлов (рисунок 6, а);
- 2) модель № 2, имитирующая взаимодействие шипа и наиболее нагруженного ролика в продольной плоскости подшипниковых узлов (рисунок 6, б).



1 – основание; 2 – стойка; 3 – траверса пассивная; 4 – модель шипа крестовины; 5 – модель игольчатого ролика; 6 – металлическая полоска с лунками для фиксирования положения шарика; 7 – металлический шарик; 8 – траверса активная; 9 – направляющая; 10 – нагрузочный винт

**Рис. 6. Схема нагруженного приспособления оптических моделей**

Методика проведения оптических исследований заключалась в следующем: 1) модели № 1 и № 2 (рисунок 6) подвергали нагружению до получения четкого изображения интерференционной картины, соответствующей вариантам нагруженности модели (положение сосредоточенной силы по положению шарика при эксцентриситете  $e = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$ ). Значение  $e=0$  принято при положении шарика, совпадающем с серединой контакта «шип крестовины - игольчатый ролик». Отклонение влево (в сторону торца модели шипа) обозначено знаком «-» (минус), а вправо (в сторону основания модели шипа) – «+» (плюс); 2) варьируя положение шарика, имитировали изменение положения точки приложения суммарной радиальной силы на подшипник по длине контакта моделей шипа и ролика; 3) завершающий этап – фиксация результатов.

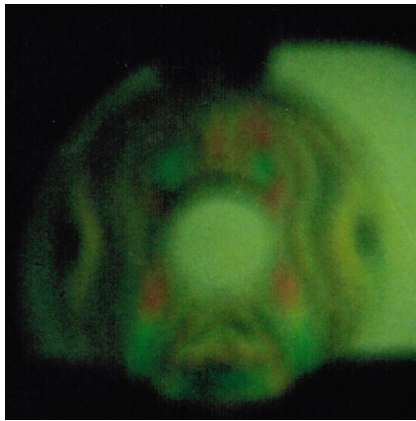
Напряженно-деформированное состояние модели № 1 представляется очагами изохром в виде круговых линий напряженного поля, порядок которых уменьшается при отдалении от наиболее нагруженного тела качения (рисунок 7, а).

При увеличении нагрузки на модель поля напряжений под соседними роликами перекрываются. По мере отдаления от плоскости приложения нагрузки поля напряжений под роликами уменьшаются и исчезают, что свидетельствует о нагруженности не более 40...50 % по площади контактных поверхностей шипа крестовины и стакана подшипника, а также по количеству игольчатых роликов.

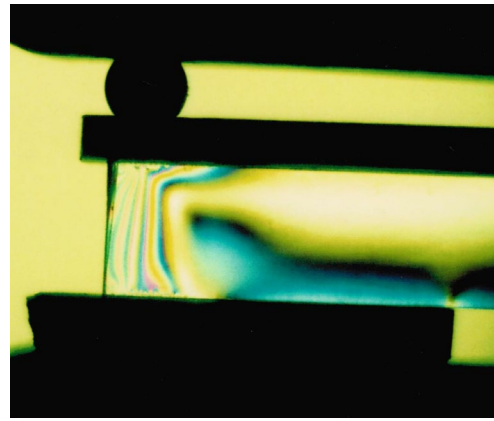
Напряженно-деформированное состояние модели № 2 в различных вариантах нагруженности модели элементов подшипникового узла карданного шарнира имеет характерное расположение полей напряжений (рисунок 7, б). Для варианта нагруженности модели, обозначаемого  $e=0$ , характерна неравномерность распределения напряжений в модели шипа под моделью ролика с наличием четко выраженного краевого эффекта у контакта торца шипа и ролика.

При изменении нагруженности модели в направлении к положению  $e=-3$  неравномерность напряжений в модели шипа растет, а крайние напряжения приобретают еще более выраженный эффект, при этом в контакте моделей шипа и ролика справа, то есть у основания

шипа, наблюдается появление зазора, что ведет к нарушению линейного контакта элементов подшипникового узла.



а) напряженно-деформированное состояние модели № 1



б) напряженно-деформированное состояние модели № 2

Рис. 7. Результаты оптических исследований

При изменении нагруженности модели в направлении к положению  $e=+1$  отмечается исчезновение краевого эффекта слева и более равномерное распределение напряжений под моделью ролика в модели шипа. Однако при  $e=+2,+3$  снова появилась неравномерность распределения напряжений в модели шипа и возник краевой эффект у правого края, то есть в контакте у основания шипа и игольчатого ролика, что объясняется вдавливанием конца ролика в поверхность шипа. Это явление обуславливается возникновением перекоса элементов подшипникового узла.

Из критериальных условий максимальной равномерности распределения напряжений и минимизации краевого эффекта в модели № 2 подшипникового узла карданного шарнира, делаем заключение, что наиболее благоприятным из исследуемых является вариант нагружения, обозначаемый  $e=+1$ , то есть со смещением радиальной нагрузки в направлении контакта ролика с поверхностью у основания шипа крестовины примерно на  $0,1...0,2$  длины контакта.

Аналогичные исследования авторами были проведены по обоснованию конструктивных параметров предварительно напряженных сегментов пресс-валкового измельчителя на основе теоретических и поляризационно-оптических исследований [8, 9].

С другой стороны, результаты поляризационно-оптических исследований могут быть базой для разработки и реализации технологических и эксплуатационных мероприятий по повышению долговечности сельскохозяйственной техники, в частности, рабочих органов и их функциональных поверхностей при упрочнении и восстановлении [10].

**Выводы и перспективы исследований.** На основании обобщения приведенных выше данных необходимо сделать следующие выводы.

1. Способ поляризационно-оптических исследований с целью отработки рациональных параметров конструкций на основе критериальных предпочтений остается действенным средством при разработке мероприятий повышения надежности изделий.
2. Анализ результатов исследований оптических моделей позволил определить техническое решение по модернизации конструкции вилки карданных шарниров с целью повышения самоустановки подшипниковых узлов по отношению к действию радиальной нагрузки.
3. Перспективы исследований обусловлены накоплением результатов поляризационно-оптических исследований с целью формирования банка технических решений по изделиям, обладающим наименьшей надежностью в эксплуатации.

### Библиография

1. Черноиванов В.И., Лялякин В.П., Голубев И.Г. Организация и технология восстановления деталей машин: науч. издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. 568 с.
2. Ерохин М.Н., Пастухов А.Г. Надежность карданных передач трансмиссий сельскохозяйственной техники в эксплуатации: монография. Белгород: Изд-во БелГСХА, 2008. 160 с.
3. Когаев В.П., Дроздов Ю.Н. Прочность и износостойкость деталей машин. М.: Высшая школа, 1991. 319 с.
4. Тимашов Е.П. Совершенствование процессов диагностики узлов трансмиссии автомобилей: монография. Белгород: Изд-во БУКЭП, 2018. 182 с.
5. Пастухов А.Г., Тимашов Е.П. Повышение долговечности карданных шарниров транспортных и технологических машин в эксплуатации: монография. Ст. Оскол: Изд-во СТИ МИСиС, 2009. 73 с.
6. Тимашов Е.П. Технические инновации сферы автомобильного сервиса: монография. Белгород: Изд-во БУКЭП, 2013. 103 с.
7. Феппл Л., Менх Э. Практика оптического моделирования / перевод под ред. Г.И. Грицко. Новосибирск: Наука (Сибирское отделение), 1966. 211 с.
8. Минасян А. Г., Пастухов А. Г., Шарая О. А. Оценка напряженно-деформированного состояния сегмента пресс-валкового измельчителя // Технология машиностроения. 2016. № 3. С.43-46.
9. Минасян А.Г., Пастухов А.Г. Методика оптического исследования напряженно-деформированного состояния валков измельчителей // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2019. № 1 (21). С. 53-60.
10. Шарая О.А., Пастухов А.Г., Кравченко И.Н. Инженерия поверхности упрочненных деталей: монография. М.: ИНФРА-М, 2020. 124 с.

### References

1. Chernoiivanov V.I., Lialiakin V.P., Golubev I.G. Organizatsiia i tekhnologiia vosstanovleniia detalei mashin: nauch. Izdanie [Machine Part Recovery Organization and Technology]. M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2016. 568 s.
2. Erokhin M.N., Pastukhov A.G. Nadezhnost' kardannykh peredach transmissii sel'skokhoziaistvennoi tekhniki v ekspluatatsii: monografiia [Reliability of drive lines of agricultural machinery in operation]. Belgorod: Izd-vo BelGSKhA, 2008. 160 s.
3. Kogaev V.P., Drozdov Iu.N. Prochnost' i iznosostoikost' detalei mashin [Strength and wear resistance of machine parts]. M.: Vysshiaia shkola, 1991. 319 s.
4. Timashov E.P. Sovershenstvovanie protsessov diagnostiki uzlov transmissii avtomobilei: monografiia [Improved diagnostics of vehicle transmission assemblies]. Belgorod: Izd-vo BUKEP, 2018. 182 s.
5. Pastukhov A.G., Timashov E.P. Povyshenie dolgovechnosti kardannykh sharnirov transportnykh i tekhnologicheskikh mashin v ekspluatatsii: monografiia [Increased durability of cardan joints of transport and process machines in operation]. St. Oskol: Izd-vo SТИ MISiS, 2009. 73 s.
6. Timashov E.P. Tekhnicheskie innovatsii sfery avtomobil'nogo servisa: monografiia [Automotive Service Technical Innovations]. Belgorod: Izd-vo BUKEP, 2013. 103 s.
7. Fepl L., Menkh E. Praktika opticheskogo modelirovaniia [Practice of optical modeling] / perevod pod red. G.I. Gritsko. Novosibirsk: Nauka (Sibirskoe otdelenie), 1966. 211 s.
8. Minasyan A. G., Pastukhov A. G., Sharaya O. A. Ocenka napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya segmenta press-valkovogo izmel'chatelya [Assessment of the stress-strain state of the press-roll shredder] // Mechanical Engineering Technology. 2016. № 3. Pp. 43-46.
9. Minasian A.G., Pastukhov A.G. Metodika opticheskogo issledovaniia napriazhenno-deformirovannogo sostoiianiia valkov izmel'chitelei [Procedure for optical examination of stress-strain condition of grinder rolls] // Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. 2019. № 1 (21). S. 53-60.
10. Sharaia O.A., Pastukhov A.G., Kravchenko I.N. Inzheneriia poverkhnosti uprochnennykh detalei: monografiia [Engineering the Surface of Reinforced Parts]. M.: INFRA-M, 2020. 124 s.

### Сведения об авторах

Пастухов Александр Геннадиевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технической механики и конструирования машин, 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. 8-4722-392390, E-mail: pastuhov\_ag@bsaa.edu.ru

Минасян Алексан Гургенович кандидат технических наук, доцент кафедры технической механики и конструирования машин, 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. 89103232415, E-mail: AlikMun@yandex.ru

### Information about authors

Pastukhov Alexander, Dr, professor, head of Department of Technical Mechanics and Machinery Design, 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. 8-4722-392390, E-mail: pastuhov\_ag@bsaa.edu.ru

Minasyan Alexan, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Mechanics and Machine Design, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, Maiskiy, Belgorod region, Russia, 308503, tel. 89103232415, E-mail: AlikMun@yandex.ru

УДК 637.18:541.18.054:001.5

*Б.З. Салманов, Н.М. Иманова, Ш.З. Агаева*

## СРАВНЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ЗАМЕНИТЕЛЯ ЦЕЛЬНОГО МОЛОКА

**Аннотация.** Основной задачей при приготовлении жидкого заменителя цельного молока является гомогенизация молочно-жировой смеси и получение стабильной эмульсии. Чем меньше фракция жировых шариков в продукте, тем выше уровень его усвояемости. Недостаточное растворение растительных жиров в продукте может привести к нарушениям в пищеварении молодняка. Вместе с тем существующие диспергаторы и методы диспергации являясь слишком материала и энергоёмкими, не могут обеспечить достаточно высокое качество производимой продукции. При недостаточной дисперсности эмульсии не только ухудшается качество продукта, ещё и происходят непредусмотренные потери при хранении и транспортировке. Экспериментальные исследования состояли из нескольких взаимосвязанных этапов, служащих одной общей цели: формирование задач и их решений, найденных в ходе исследований; отработка условий схожести моделируемых процессов; выработка плана важных экспериментов; выполнение технической готовности для проведения экспериментов; проведение экспериментов и выполнение измерений. Были проведены многочисленные и многофакторные эксперименты для определения технологических и конструктивных параметров установки. Эти параметры определялись на основании четырёх основных факторов: частота вращения ротора насоса, время переработки компонентов для получения конечного продукта, количество распылительных наконечников и концентрация сухого заменителя молока в одном литре воды. В результате экспериментальных исследований выяснилось достаточно высокое сходство теоретических предположений с полученными экспериментальными данными (погрешность составила 2...4%), что указывает на реальное отражение экспериментальных результатов.

**Ключевые слова:** заменитель цельного молока, качество диспергации, фактор, вариация, степень однородности.

## COMPARISON OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES IN THE PREPARATION OF WHOLE MILK SUBSTITUTE

**Abstract.** The main task in the preparation of a liquid substitute for whole milk is to homogenize the milk-fat mixture and obtain a stable emulsion. The smaller the fraction of fat balls in the product, the higher the level of its digestibility. Insufficient dissolution of vegetable fats in the product can lead to disorders in the digestion of young animals. However, existing dispersants and dispersion methods are too expensive and energy-intensive, and cannot provide a sufficiently high quality of the products produced. If the emulsion is not sufficiently dispersed, the product quality is not only degraded, but also unexpected losses occur during storage and transportation. Experimental research consisted of several interrelated stages that serve a common purpose: forming tasks and their solutions found during research; working out the conditions for similarity of simulated processes; developing a plan for important experiments; performing technical readiness for conducting experiments; conducting experiments and performing measurements. Numerous and multi-factor experiments were carried out to determine the technological and design parameters of the plant. These parameters were determined based on four main factors: the speed of rotation of the pump rotor, the time of processing components to obtain the final product, the number of spray tips, and the concentration of dry milk substitute in one liter of water. As a result of experimental studies, it was found that the theoretical assumptions are quite similar to the experimental data obtained (the error was 2...4%), which indicates a real reflection of the experimental results.

**Keywords:** whole milk substitute, dispersion quality, variation, degree of homogeneity.

**Введение.** Восстановление стада считается одним из важных факторов в животноводстве. Основное внимание в процессе восстановления стада должно быть направлено на выращивание здорового, жизнеспособного молодняка и на то, чтобы эти мероприятия выполнялись за счёт минимальных затрат. Особенно важно достаточно полное обеспечение телят цельным молоком в период кормления. В случаях недостаточного обеспечения телят цельным молоком, или его качественными заменителями, они отстают в привесе, наблюдаются случаи заболеваний и даже падежа поголовья, а в последующие периоды рост телят становится трудным, а порой и невозможным доведение их до кондиции.

Одним из прогрессивных методов в процессе обеспечения телят цельным молоком является использование заменителей цельного молока. Существует ряд технологических рецептов изготовления цельного молока в жидком и сухом виде, а также в виде пасты [1, 2]. Изготовление заменителя цельного молока в сухом виде, или в виде пасты-достаточно трудоёмкий и сложный процесс, требующий специального оборудования и больших энергоза-

трат. Этот процесс, так или иначе, требует заводских условий. А жидкий заменитель цельного молока легко можно производить в местных хозяйственных условиях с имеющимися собственными ресурсами.

Опираясь на статистические данные по производству молока в разных странах мира можно заметить, что в связи с использованием заменителей цельного молока в выращивании молодняка: в РФ доля товарного молока составляет 60% от общепроизводимого, а в таких развитых в этом отношении странах, как Нидерланды и США – 98 и 97% соответственно [3].

Натуральное молоко по своему составу и качеству не бывает стабильным в разные периоды года, его характеристики посезонно могут меняться в зависимости от физиологического состояния животных, от условий и степени их кормления. Использование заменителей цельного молока устраняет эту проблему. Сухой порошок для изготовления заменителя цельного молока сохраняет свои качества при любых сезонных изменениях климата и легко восстанавливается при изготовлении жидкого заменителя.

Выбор технологического режима, как правило, основывается на комплексе проведённых исследований. Всё это даёт возможность определить структуру и характер изменений различных компонентов сырья, а также кормовую ценность перерабатываемого материала.

В последние годы наука, занимающаяся вопросами кормления животных и изучением процесса их пищеварения, собрала большое количество экспериментальных данных о влиянии различных питательных веществ: незаменимых аминокислот, витаминов, макро и микроэлементов, антибиотиков, гормонов, различных ферментов и других иных факторов на обмен веществ в организме животных, а также на процесс эффективного использования кормов. Эти сведения служат дальнейшему совершенствованию теории и практики процесса кормления сельскохозяйственных животных. Всё это даёт возможность более эффективно реализовать генетический потенциал продуктивности животных. Чем выше и лучше условия кормления животных, тем выше их продуктивность, тем меньше количество кормового материала на единицу производимой продукции [4].

В рецептуре новых продуктов используется ряд белков, жиров, минералов и витаминных компонентов немолочного происхождения, что делает необходимым применение специальных методов для повышения дисперсности вырабатываемого продукта [5]. Новые технологии предъявляют высокие требования дисперсности всех компонентов, входящих в конечный продукт [6, 7].

При традиционных методах кормления животных, основная часть кормов производится непосредственно в самих хозяйствах. При использовании таких кормов их усвояемость бывает очень низкой, только 20-25% кормовой энергии преобразовывается в продукт. Основной задачей при приготовлении кормов является вопрос повышения усвояемости, путём чего можно добиться уменьшения потерь, отмеченных выше. Эту проблему лучше всего решать комплексной переработкой кормов в одной машине. Приготовив полуфабрикат из нескольких компонентов, его быстро, непрерывно и качественно измельчают, смешивают, подогревают (или варят) и стерилизуют. Таким образом, можно добиться значительных результатов в снижении себестоимости кормов.

Для повышения дисперсности производимых молочных кормов используются диспергаторы. Основной задачей диспергаторов является улучшение вкусовых качеств и консистенции кормов (заменителя цельного молока, или других комбинированных компонентов).

Основной задачей при приготовлении жидкого заменителя цельного молока является гомогенизация молочно-жировой смеси и получение стабильной эмульсии. Чем меньше фракция жировых шариков в продукте, тем выше уровень его усвояемости. Недостаточное растворение растительных жиров в продукте может привести к нарушениям в пищеварении молодняка.

Улучшение вкусовых качеств корма при дисперизации связано с уменьшением размеров дисперсно-фазовых частиц в дисперсной среде и соответственно с увеличением суммы их поверхностных площадей. В результате усиливается их воздействие на вкусовые рецепторы и повышаются вкусовые ощущения [8].

Стабильность эмульсии во времени также взаимосвязано с размерными показателями дисперсно-фазовых частиц. Закон Стокса, в котором хорошо выражена зависимость скорости всплытия жировых шариков на поверхность жидкости от их размеров, также утверждает важность более интенсивного процесса диспергации для повышения уровня стабильности и устойчивости эмульсии [9].

Вместе с тем существующие диспергаторы и методы диспергации являясь слишком материалоемкими и энергоёмкими, не могут обеспечить достаточно высокое качество производимой продукции. При недостаточной дисперсности эмульсии не только ухудшается качество продукта, ещё и происходят непредусмотренные потери при хранении и транспортировке. В жидком заменителе цельного молока с хорошей дисперсией, как правило максимально эффективно использованы составляющие компоненты.

Таким образом, как видно из всего вышеизложенного, поиск новых направлений теоретических исследований в деле производства заменителя цельного молока методом диспергации, а также определение методов воздействия на данный процесс усовершенствованных технологий и технических средств являются достаточно актуальными.

**Объект и метод исследования.** Объектом исследования выбраны: компоненты составляющие заменитель цельного молока, технологический процесс изготовления жидкого заменителя цельного молока и экспериментальный эмульгатор.

Экспериментальные исследования состояли из нескольких взаимосвязанных этапов, служащих одной общей цели: формирование задач и их решений, найденных в ходе исследований; отработка условий схожести моделируемых процессов; выработка плана важных экспериментов; выполнение технической готовности для проведения экспериментов; проведение экспериментов и выполнение измерений.

Выполнение технической готовности для проведения экспериментов включает в себе изготовление оборудования и обеспечение необходимыми измерительными приборами [5;10]. Оборудование, применённое в процессе, обеспечило выполнение всех режимов в диапазоне разных вариаций исследуемого процесса. Принятый уровень факторов не должен привести к дополнительным погрешностям при измерениях. На данном этапе были выполнены выправление и градуировка измерительных систем.

Во время эксплуатации технологического оборудования информацию по разным факторам процесса можно получать как в режиме перманентного контроля, так и контроля с перерывами. А некоторые данные были получены экспресс методом измерений (расход энергии, производительность и др.). А для определения некоторых других показателей (пропорции составляющих смесь частей, размерные, весовые и энергетические показатели смеси) необходимо знать расход времени. С учётом вышеизложенного была составлена схема исследования (рисунок 1).



Рис. 1. Схема экспериментальных исследований

Методика направлена на определение следующих показателей и данных: рабочее качество экспериментальной установки для приготовления жидкого заменителя цельного молока; частоты вращения ротора насоса; времени дисперсализации продукта; количества распылителей, создающих струю количества сухого не цельного заменителя молока в одном литре воды.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Составлены графики влияния на качество конечной продукции каждого отдельно взятого фактора для проведения сравнения между теоретическим и экспериментальным исследованиями. В полученные уравнения регрессии поочередно были поставлены оптимальные значения трёх факторов, а ещё один фактор варьировался. В результате были получены следующие уравнения:

$$\left. \begin{aligned} y(X_1) &= 3,2 - 0,569X_1 - 0,309X_1^2 \\ y(X_2) &= 3,2 - 0,093X_2 - 0,3315X_2^2 \\ y(X_3) &= 3,2 + 0,356X_3 + 1,2335X_3^2 \\ y(X_4) &= 3,2 + 0,1X_4 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $y$  – качество диспергации;

$X_1$  – частота вращения ротора насоса;

$X_2$  – время переработки продукта;

$X_3$  – количества распылительных наконечников;

$X_4$  – концентрации сухого заменителя молока растворённого в одном литре воды.

Графические изображения эксперимента отображены на рисунках 2 - 5.



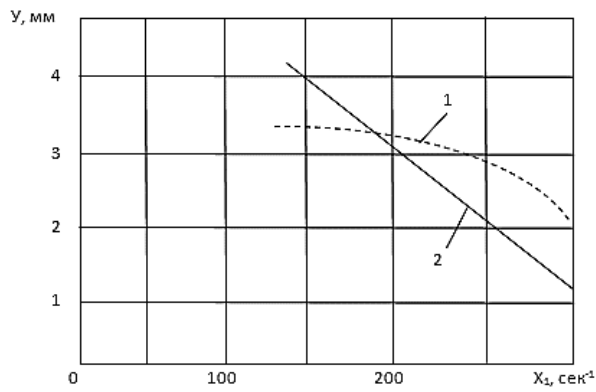


Рис. 2. Зависимость качества дисперсализации (y) от частоты вращения ротора насоса (X<sub>1</sub>). Коэффициент концентрации R<sub>xy</sub>=0,99. 1-экспериментальное; 2- теоретическое

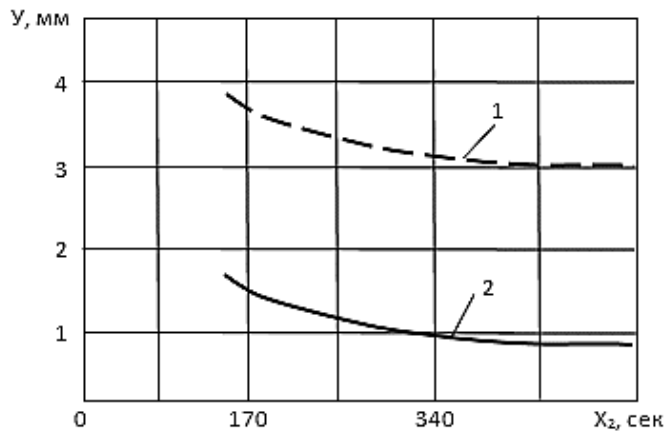


Рис. 3. Зависимость качества дисперсализации (y) от времени переработки (X<sub>2</sub>). Коэффициент концентрации R<sub>xy</sub>=0,98. 1-экспериментальное; 2- теоретическое

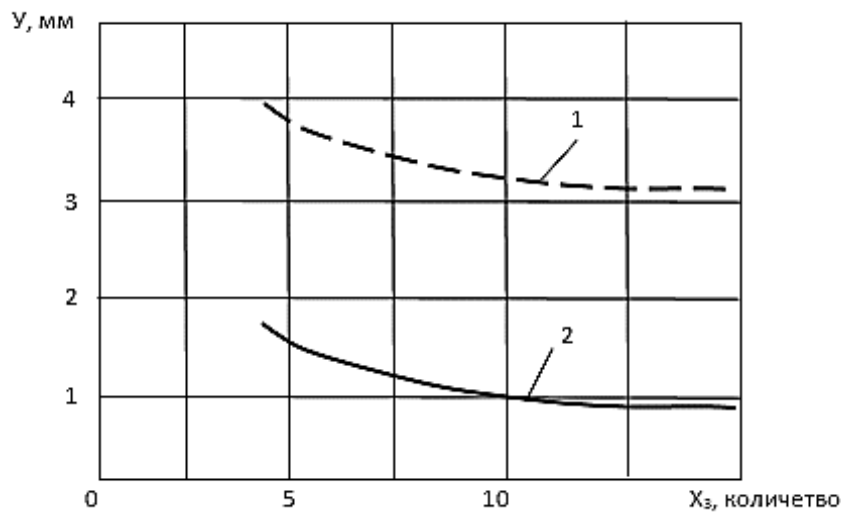
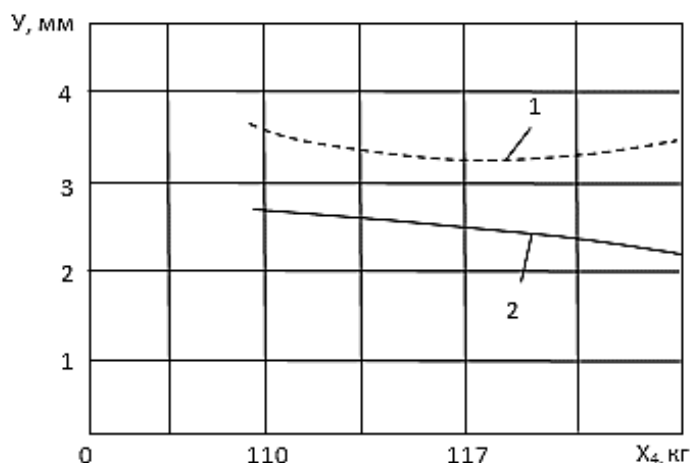


Рис. 4. Зависимость качества дисперсализации (y) от распылительных наконечников (X<sub>3</sub>). Коэффициент концентрации R<sub>xy</sub>=0,80. 1-экспериментальное; 2- теоретическое



**Рис. 5. Зависимость качества дисперсализации (y) от концентрации сухого заменителя молока растворённого в одном литре воды (X<sub>4</sub>). Коэффициент концентрации R<sub>xy</sub>=0,98.**

1-экспериментальное; 2- теоретическое

Графическая отработка экспериментальных исследований подтверждают теоретические предположения. Данный факт также отображается коэффициентами корреляции:

$$y(X_1), R_{x,y} = 0,99; y(X_2), R_{x,y} = 0,98; y(X_3), R_{x,y} = 0,80; y(X_4), R_{x,y} = 0,98;$$

Степень однородности изготовленного заменителя цельного молока ( $\lambda$ ) определяется методом Г. М. Кухта. Эти данные приведены в таблице.

**Таблица - Степень однородности заменителя цельного молока, изготовленного на экспериментальном диспергаторе**

№	Степень диспергации, y, мм	Степень однородности продукта, $\lambda$ , %
1	2,11	87
2	3,47	92
3	2,22	83
4	3,11	92
5	4,30	95
6	3,93	93
7	4,22	98
8	4,19	94
9	1,95	91
10	3,52	97
11	2,03	84
12	3,14	95
13	4,50	92
14	4,70	89
15	3,30	92
16	4,11	95
17	3,9	87
18	4,80	93
19	2,81	89
20	3,81	93
21	3,36	92
22	4,00	91
23	3,28	91
24	3,00	88
25	3,20	92
26	3,31	87
27	3,11	92
Среднее	3,45	91

Степень однородности изготовленного заменителя цельного молока:

$$\lambda_{\text{ср}} = 91\%; \lambda_{\text{мин}} = 83\%; \lambda_{\text{макс}} = 98\%.$$

Степень однородности заменителя цельного молока в проведённых экспериментах находится в пределах:

$\lambda < 85\%$  - в двух экспериментах, качество неудовлетворительное, 7% из общего количества всех экспериментов;

$85\% < \lambda < 90$  - 92% - в восьми экспериментах, качество продукта удовлетворительное, 30% из общего количества экспериментов;

$\lambda > 92\%$  - в семнадцати экспериментах, качество продукта хорошее, 63% из общего количества экспериментов.

По степени однородности продукта в 93%-х экспериментов качество продукта было признано удовлетворительным или хорошим.

**Заключение.** Были проведены многочисленные и многофакторные эксперименты для определения технологических и конструктивных параметров установки. Эти параметры определялись на основании четырёх основных факторов: частота вращения ротора насоса, время переработки компонентов для получения конечного продукта, количество распылительных наконечников и концентрация сухого заменителя молока в одном литре воды. В результате экспериментальных исследований выяснилось достаточно высокое сходство теоретических предположений с полученными экспериментальными данными (погрешность составила 2...4%), что указывает на реальное отражение экспериментальных результатов.

Для оценивания качества (степень дисперсности жировых шариков в продукте) заменителя цельного молока, изготовленного на экспериментальной установке, определены оптимальные параметры переработки на центрифуге: частота вращения ротора 628 мин<sup>-1</sup>., время переработки продукта – 300 с.

#### Библиография

1. Крохина В.А., Калашников А.В., Фисинин В.И. Комбикорма, кормовые добавки ЗЦМ для животных: Справочник. М.: Агропромиздат, 1990. 304 с.
2. Мартыненко А. Рынок заменителей молока: сколько стоит бурный рост? // Молочная промышленность, 2003. №6. С. 17-18.
3. Ковальков С.Н. Анализ российского рынка сухих молочных продуктов // Молочная промышленность, 2005. №1. С. 36-38.
4. Викторов П.И., Солдатов А.А., Чиков А. Е. Практическое руководство по кормлению сельскохозяйственных животных и птицы и технологии заготовки доброкачественных кормов. Краснодар, 2003. 410 с.
5. Qurbanov X.H., İskəndərzadə E.B. Tədqiqat üsulları. Bakı: «Vektor» Beynəlxalq Nəşrlər Evi, 2018. 120 s.
6. Ли Виталий. Использование ЗЦМ – залог успешного выращивания молодняка // Животноводство России. 2003. №6. С. 23-26.
7. Ли Виталий. Заменители цельного молока // Животноводство России, 2006. №4. С. 10-13.
8. Малинина И.Л., Мухин А.А. Практические аспекты технологий производства комбинированных молочных продуктов // Пищевая промышленность, 2001. №2. С. 22-23.
9. Малахов Н.Н., Орешина М.Н. Исследование механизма дробления капель и совершенствование гомогенизаторов молока // Хранение и переработка сельхозсырья, 2000. №12. С. 28-30.
10. Qurbanov X.H., Fətəliyev K.H. Elmi – tədqiqat işlərinin tərtibi və nəticələrin riyazi işlənməsi. Gəncə: «Aqromexanika», 2011. 158 s.

#### Reference

1. Krokhhina V.A., Kalashnikov A.V., Fisinin V.I. Compound feed, feed additives for animals: Handbook. Moscow: Agropromizdat, 1990. 304 p.
2. Martynenko A. Market of milk substitutes how much is the rapid growth // Dairy industry, 2003. No.6. Pp. 17-18.
3. Kovalkov S.N. Analysis of the Russian market of dry dairy products // Dairy industry, 2005. No.1. Pp. 36-38.
4. Viktorov P.I., Soldatov A.A., Chikov A.E. Practical guide to feeding farm animals and poultry and technology procurement of benign feed. Krasnodar, 2003. 410 p.
5. Kurbanov Kh.H., Iskenderzade E.B Research methods. Baku: Vector International Publishing House, 2018. 120 p.
6. Lee Vitaliy. The use of milk replacer is the key to successful rearing of young animals // Animal Production in Russia, 2003. No.6. Pp. 23-26.

7. Lee Vitaliy. Substitutes of whole milk // Animal husbandry of Russia, 2006. No.4. Pp. 10-13.
8. Malinina I.L., Mukhin A.A. Practical aspects of production technologies for combined dairy products // Food Industry, 2001. No.2. Pp. 22-23.
9. Malakhov N.N., Oreshina M.N. Investigation of the mechanism of droplet crushing and improvement of milk homogenizers // Storage and processing of agricultural raw materials. 2000, No. 12. Pp. 28-30.
10. Kurbanov Kh.H., Fataliyev K.H. The design of the research and the mathematical processing of the results. - Ganja: «Agromechanics», 2011. 158 p.

#### **Сведения об авторах**

Салманов Бабек Закирович, старший преподаватель, Азербайджанский Государственный Аграрный Университет (АГАУ); Az2000, Азербайджанская Республика, г. Гянджа, проспект Ататюрка, 262. Тел: (+994) 55 5865876., e-mail: [salmanovb@mail.ru](mailto:salmanovb@mail.ru)

Иманова Натаван Мобиловна, старший преподаватель, Доктор философских наук, Азербайджанский Государственный Аграрный Университет (АГАУ); Az2000, Азербайджанская Республика, г. Гянджа, проспект Ататюрка, 262. Тел: (+994) 504588430.

Агаева Шагане Закировна, ассистент, Азербайджанский Государственный Аграрный Университет (АГАУ); Az2000, Азербайджанская Республика, г. Гянджа, проспект Ататюрка, 262. Тел: (+994) 55 8833756.

#### **Information about authors**

Salmanov Babek Zakirovich, senior lecturer, Azerbaijan State Agrarian University (ASAU); Az2000, Azerbaijan Republic, Ganja, Ataturk Avenue, 262. Tel: (+994) 55 5865876., e-mail: [salmanovb@mail.ru](mailto:salmanovb@mail.ru)

Imanova Natavan Mobilovna, PhD, Azerbaijan State Agrarian University (ASGAU); Az2000, Azerbaijan Republic, Ganja, Ataturk Avenue, 262. Tel: (+994) 504588430.

Agayeva Shagane Zakirovna, Assistant, Azerbaijan State Agrarian University (ASGAU); Az2000, Azerbaijan Republic, Ganja, Ataturk Avenue, 262. Tel: (+994) 55 8833756.

УДК 631.331.

*Н.Ф. Скурятин, А.С. Куликов*

## ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДИСКОВОЙ СЕКЦИИ ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены проблемы, с которыми сталкиваются аграрии при посеве зерновых культур традиционным способом, описан способ комбинированного посева, позволяющий совместить несколько технологических операций, обеспечив при этом достижение экономического эффекта, сокращения агротехнических сроков посева, представлен методический подход к исследованию процессов комбинированного посева зерновых культур. Проведена оценка угла скалывания почвы в зависимости от конфигурации рабочего органа и скорости передвижения агрегата, а также результаты экспериментальных исследований по процессу посева. Доказана работоспособность разработанной конструкции семянаправителя и обоснованы его параметры. Согласно полученным результатам можно отметить, что наиболее благоприятное посевное ложе и максимальный угол скалывания почвы образует турбодиск при его прямом прохождении, причём скорость движения агрегата по полю не оказывает существенного влияния. Полученные результаты экспериментальных исследований подтвердили целесообразность применения предложенной секцией сеялки при посеве зерновых культур. При проведении полевых исследований по определению угла скалывания почвы при проходе дискового ножа (плоского и «турбодиска»), установлено, что плоский диск скалывает почву по обе стороны на угол, не превышающий 15 градусов, увеличение скорости движения не ведет к заметному росту угла скалывания почвы. При проходе «турбодиска» (прямое вхождение в почву или обратное) - образуется борозда более широкая за счет угла скалывания, изменяющегося в пределах 24,5...26,5 градусов, причем, среднее квадратическое отклонение угла при проходе «турбодиска» с обратным вхождением наименьшее и равно 1,33 градуса. Расчетами по аналитическим зависимостям, с применением полученных экспериментальных данных, установлены конструктивные параметры уплотнителя почвы разработанного комбинированного сошника: длина уплотнителя  $l_y=0,045$  метров; ширина заднего конца уплотнителя  $B=0,05$  метров; максимальный угол отклонения уплотнителя от горизонтали при уплотнении почвы на 0,005 метра равен  $\gamma_{max}=12,8$  градуса.

**Ключевые слова:** сев, посевная секция, сошник, семена, удобрения, почва, уплотнение, ложе, конструкция, элемент, эффективность.

### ASSESSMENT OF THE QUALITY OF COMBINED GRAIN SOWING DEVELOPED BY THE SECTION OF THE SEEDER

**Abstract.** This article discusses the problems faced by farmers when sowing grain crops in the traditional way, describes a method of combined seeding that allows you to combine several technological operations, while ensuring the achievement of economic effect, reducing agrotechnical sowing times, and presents a methodological approach to the study of combined seeding processes. The assessment of the angle of soil cleavage depending on the configuration of the working body and the speed of movement of the unit, as well as the results of experimental studies on the sowing process. The efficiency of the developed design of the seed guide is proved and its parameters are justified. According to the results obtained, you can note that the most favorable seedbed and the maximum angle of soil cleavage forms a turbodisk when it passes directly, and the speed of the unit's movement across the field does not have a significant impact. The results of experimental studies have confirmed the feasibility of using the proposed section of the seeder for sowing grain crops. When conducting field studies to determine the angle of cleavage of the soil during the passage of a circular knife (flat and "turbodisk"), it was found that a flat disk cleaves the soil on both sides by an angle not exceeding 15 degrees, an increase in the speed does not lead to a noticeable increase in the angle of cleavage of the soil. During the passage of the "turbodisk" (direct entry into the soil or reverse), a wider furrow is formed due to the cleaving angle, which varies in the range of 24.5 ... 26.5 degrees, and the standard deviation of the angle when passing the "turbodisk" with the reverse entry is the smallest and equal to 1.33 degrees. Calculations by analytical dependencies, using the obtained experimental data, established the design parameters of the soil compactor of the developed combined coulter: the length of the compactor  $l_y=0.045$  meters; the width of the rear end of the seal  $B=0.05$  meters; the maximum angle of deviation of the compactor from the horizontal during soil compaction by 0.005 meters is  $\gamma_{max}=12.8$  degrees.

**Keywords:** sowing, sowing section, coulter, seeds, fertilizers, soil, compaction, bed, construction, element, efficiency.

Зерновые колосовые культуры занимают значительные площади (от 25 до 40%) в Белгородской области. Традиционная технология возделывания зерновых включает ряд технологических операций: лущение стерни, внесение различного вида удобрений, вспашку, культивацию, посев и т.д. При этом погектарный расход топлива достигает 80-120 кг/га, что указывает на значительные затраты средств, кроме того, идет переуплотнение почвы, разрушение её структуры. Внедряемая технология No-till не предполагает разуплотнение почвы с

оборотом пласта, что предопределяет применение специальных посевных комплексов, осуществляющих прямой посев или с минимальной, поверхностной обработкой почвы [1].

Поставляемые зарубежными фирмами посевные комплексы, высокопроизводительны, достаточно надежны, но далеко не всегда отвечают условиям их использования по твердости почвы, ширине междурядья, внесения основной дозы удобрений во время посева. Посевные комплексы зарубежных фирм в два-три раза дороже отечественных. Сказанное обуславливает необходимость и целесообразность разработки сеялок, прежде всего, посевных секций, комбинированных сошников, исключая ряд отмеченных недостатков, присущих зарубежным аналогам [2-4].

На основании проведенного анализа технических решений задачей исследования является создание такого комбинированного сошника, который бы позволял выполнять четыре технологические операции: рыхление почвы в зоне размещения удобрений и семян, локальное внесение удобрений, посев семян на уплотнённое ложе, уплотнение почвы над семенами [5-6]. Применение комбинированного сошника позволяет снизить затраты средств при посеве и повысить урожайность за счёт ориентированного размещения семян относительно основного удобрения.

Это достигается тем, что за дисковым ножом комбинированного сошника к раме жёстко прикреплен тукопровод, нижний конец которого отогнут назад и расположен на уровне нижней кромки дискового ножа, причём за тукопроводом с возможностью вертикального перемещения установлен семяпровод. Нижний конец семяпровода комбинированного сошника отогнут назад на угол меньший  $90^\circ$ , и расположен над отогнутым концом тукопровода, при этом к нижней части отогнутого конца семяпровода жёстко прикреплен уплотнитель почвы, выполненный в виде жёлоба. Также на конце рамы установлен каток, свод которого выполнен в виде жёлоба, обращенного выпуклостью к оси катка.

Устройство и работа комбинированного сошника будут понятны из следующего описания и чертежей (рисунки 1, 2).

Комбинированный сошник работает следующим образом: при опускании комбинированного сошника в рабочее положение дисковый нож погружают в почву и образуют борозду с разрыхленной почвой в виде равнобедренного треугольника с вершиной, обращенной вниз. По тукопроводу 5, жёстко прикрепленному к раме 2 за дисковым ножом 4, минеральные удобрения подают в нижнюю часть образованной дисковым ножом 4 борозды [11-12].

Почвой, сходящей с боков борозды, закрывают минеральные удобрения. Так как нижний конец семяпровода 6 отогнут назад на угол меньший  $90^\circ$  и расположен над нижним концом тукопровода 5, то уплотнителем 7 сжимают почву, оказавшуюся над минеральными удобрениями, создавая посевное ложе для семян. Семена, вышедшие из отогнутого назад нижнего конца семяпровода 6 и скользящие по верхней части уплотнителя, размещают на посевном ложе и укрывают осыпающейся со стенок борозды разрыхленной почвой, которую в свою очередь уплотняют катком 8, образуя выпуклую форму поверхности борозды, что сокращает испарение влаги.

Изменение глубины посева семян осуществляют изменением положения семяпровода 6 с уплотнителем 7 относительно тукопровода 5 по вертикали.

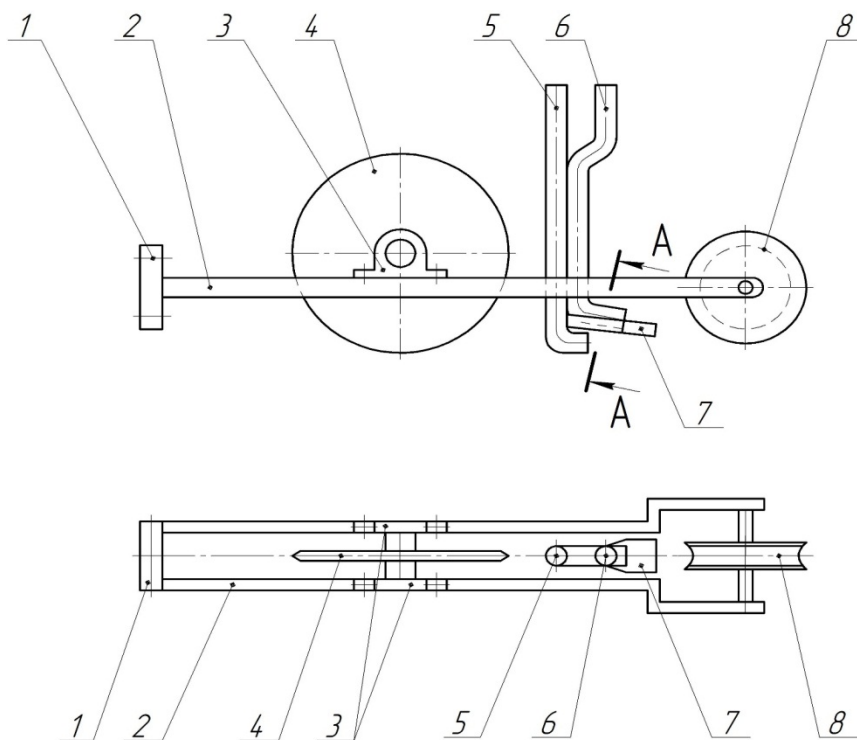


Рис. 1. Схема комбинированного сошника

Агротехнической наукой доказано, что при посеве семена необходимо укладывать на уплотненное посевное ложе с плотностью  $1,27 \dots 1,29 \text{ г/см}^3$  и твердостью  $0,35 \dots 0,40 \text{ МПа}$  [7-10]. В традиционных технологиях возделывания зерновых культур при использовании сеялок с дисковыми сошниками почвенное ложе для семян подготавливают в момент предпосевной обработки почвы стрельчатыми лапами паровых культиваторов на глубину заделки семян. У разработанного комбинированного сошника предусмотрен уплотнитель почвы и необходимо обосновать его основные параметры (рисунок 2).

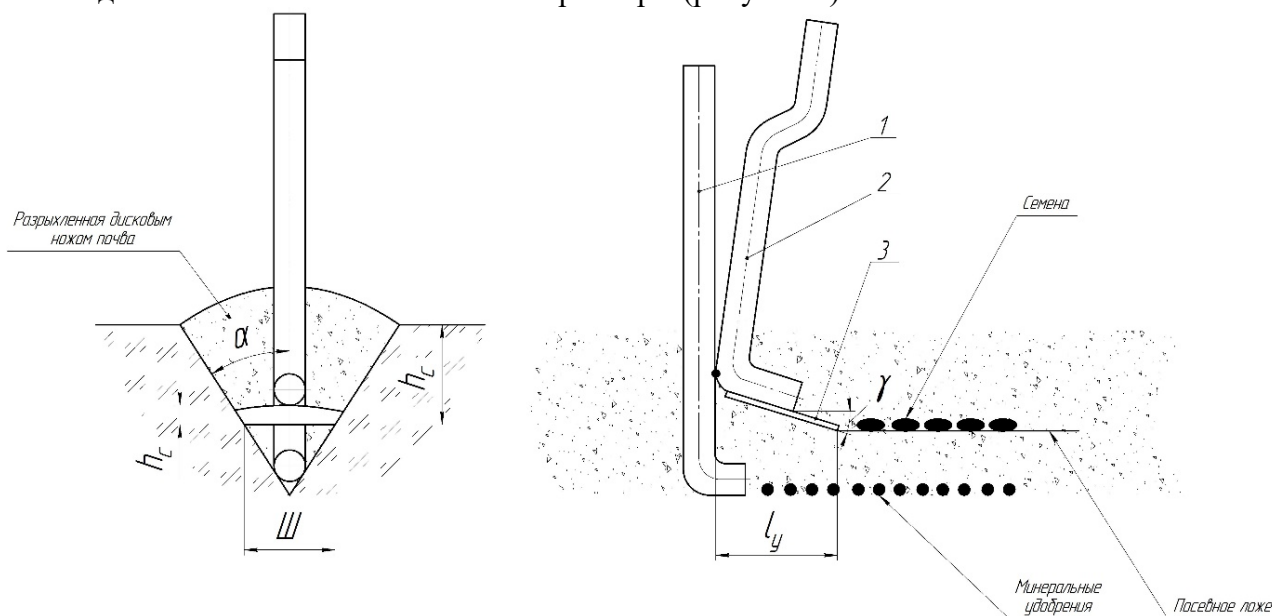


Рис. 2. Схема работы комбинированного сошника

В начале проектирования обозначаем ряд условий: глубина погружения диска в почву регулируется путем изменения расстояния между рамой секции сеялки и поверхностью почвы, аналогично регулируется и глубина сева семян, только блок «тукопровод-семяпровод» перемещают во втулке, жестко прикрепленной к раме секции, причем семяпровод шарнирно прикреплен к тукопроводу на выбранном расстоянии по вертикали от его конца, т.е. расстоя-

ние между рядком семян и минеральными удобрениями будет сохраняться постоянным. Уплотнение почвы над удобрениями осуществляется путем наклона пластины вниз на некоторый угол, который зависит от величины уплотнения почвы и длины горизонтальной части семяпровода. Длину горизонтальной части семяпровода целесообразно найти экспериментальным путем, так как этот параметр зависит от ряда случайных факторов, положив в основу длину горизонтального участка семяпровода, на котором отсутствует сгуживание семян при движении после выхода из высевающего аппарата сеялки.

Определим поперечный размер уплотнителя почвы для принятых условий: поперечный размер конца уплотнителя равен ширине борозды после уплотнения почвы, причем величина уплотнения  $\Delta h_c$  задана.

Заметим, что глубина посева, реализуемая предложенным комбинированным сошником, есть величина, представляющая собой расстояние от поверхности почвы до заднего конца уплотнителя, т.е.:

$$h_c = h_n + \Delta h_c, \quad (1)$$

где  $h_c$ ,  $h_n$ , и  $\Delta h_c$  - глубина посева соответственно конечная, назначенная и величина уплотнения почвы, м.

Тогда ширина заднего конца уплотнителя почвы будет равна:

$$\frac{B}{2(h_\partial - h_c)} = \operatorname{tg} \alpha, \quad (2)$$

откуда

$$B = 2(h_\partial - h_c)\operatorname{tg} \alpha, \quad (3)$$

где  $B$  - ширина заднего конца уплотнителя почвы, м;

$h_\partial$  - глубина погружения дискового ножа, м;

$\alpha$  - угол скалывания почвы, град.

Максимальный угол наклона уплотнителя почвы к горизонту найдем как:

$$\frac{\Delta h_c}{l_y} = \sin \gamma, \quad (4)$$

где  $l_y$  - длина уплотнителя, м;

$\gamma$  - угол наклона уплотнителя к горизонту, град.

Откуда

$$\gamma = \arcsin \frac{\Delta h_c}{l_y}. \quad (5)$$

Следовательно, для определения параметров уплотнителя почвы  $B$  и  $l_y$  необходимо знать:

- длину горизонтального участка семяпровода  $l_c$ ;
- линейный размер уплотнителя почвы  $l_y$ ;
- угол скалывания почвы  $\alpha$ .

С целью определения скорости схода семян с семянаправителя при различной начальной скорости  $V_{нач}$  был проведен эксперимент, заключающийся в следующем: на лист картона был нанесен слой невысыхающего клея, и на него из семянаправителя выпадали семена ячменя, причем в семянаправитель семена подавались с различной высоты, которая позволяла обеспечить скорость входа их в семянаправитель в пределах  $V_{нач} = 1,5 \dots 4$  м/с.

Эксперимент проводился следующим образом. На штативе крепился макет бункера с семявысевающим аппаратом. Частота вращения катушки устанавливалась постоянной и приравнивалась к частоте вращения вала семявысевающих аппаратов сеялки СЗ-3,6А при максимальной норме высева зерновых. В бункер засыпался объем семян  $V=100$  см<sup>3</sup>. Далее семена, выбрасываемые вращающейся катушкой, поступали по гофрированному резиновому



семяпроводу в макет семянаправителя. Эксперимент проводился при различной высоте расположения бункера относительно выходного отверстия семянаправителя для трех зерновых культур: овса, озимой пшеницы и ячменя ярового с шестикратной повторностью.

По рассеву семян определялась скорость выхода их из семянаправителя. Результаты эксперимента представлены на рисунках 3, 4. Средняя ошибка эксперимента по сравнению с расчётными данными составила 0,84%.

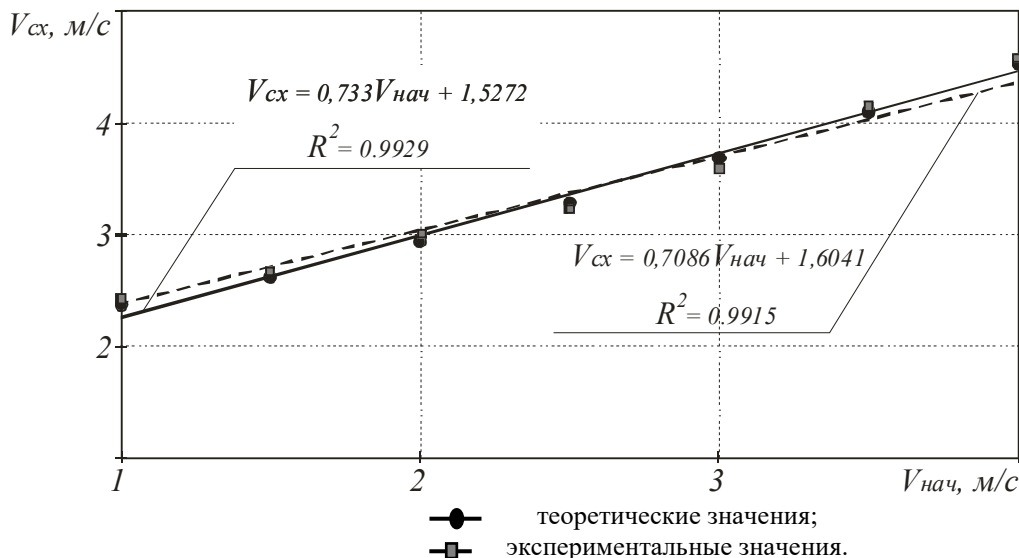


Рис. 3. Зависимость скорости схода семени  $V_{cx}$  с семянаправителя от начальной скорости полёта  $V_{нач}$

Анализ графика показывает, что скорость семени на выходе из семянаправителя изменяется линейно, тангенсы угла наклона прямых равны 0,733 и 0,7086. Такая зависимость объясняется тем, что длина семянаправителя сравнительно небольшая, а радиусы переходов от одного участка к другому значительные – это не позволяет резко изменять скорость выхода семени из семянаправителя.

Анализ полученной поверхности (рисунки 4, 5) позволяет сделать вывод, что при требуемой скорости схода с семянаправителя  $V_{cx} = 1,94...3,33$  м/с начальная скорость семени должна быть  $V_{нач} = 1,5...2,15$  м/с (диапазон начальных скоростей выделен на поверхности серым цветом).

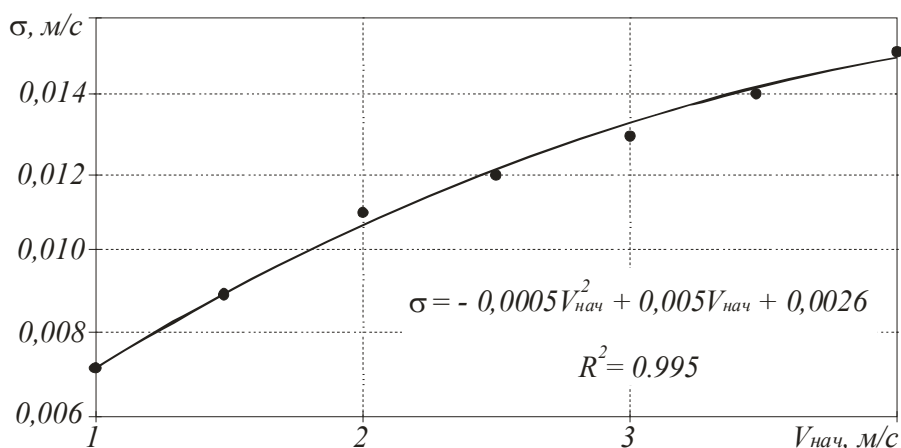
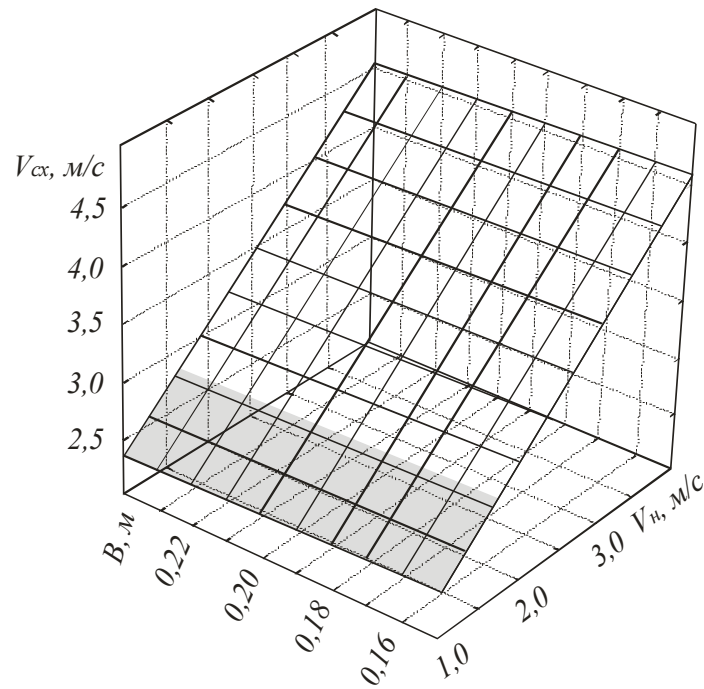
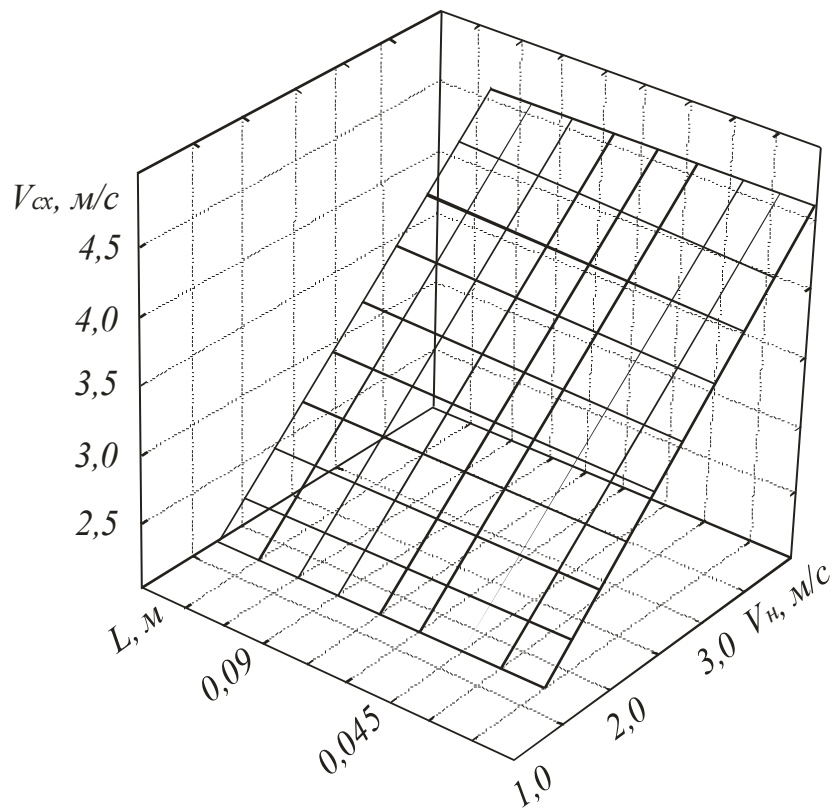


Рис. 4. Изменение среднеквадратического отклонения скорости движения ячменя на выходе из семянаправителя  $V_{cx}$  от начальной скорости полёта  $V_{нач}$



**Рис. 5. Влияние начальной скорости семени  $V_{нач}$  и ширины междурядья  $B$  на скорость схода семени с семянаправителя  $V_{сх}$**

С целью подтверждения работоспособности разработанной конструкции семянаправителя были проведены экспериментальные исследования с ячменём, по их результатам построен график (рисунок 6).



**Рис. 6. Влияние начальной скорости семени  $V_{нач}$  и длины продольной части семянаправителя  $L$  на скорость схода семени с семянаправителя  $V_{сх}$**

Из рисунка 6 видно, что полное истечение семян ячменя происходит при длине продольной части семянаправителя равной 0,1 м, а изменение высоты падения семян  $H$  от 0,50 до 0,90 м практически не влияет на процесс их истечения.

Исходя из этого, принимаем длину продольной части семянаправителя  $l_y$  меньше 0,1 м. Из конструктивных соображений принимаем  $l_y$  равной 0,045 м. Наружный диаметр трубы, из которой изготовлен семянаправитель, приравняем к внутреннему диаметру гофрированного резинового семяпровода, т. е.  $d = 0,032$  м.

В целях определения основных конструктивных параметров семянаправителя и уплотнителя почвы возникла необходимость определения угла скалывания почвы. Программой экспериментальных исследований предусматривалось изучение влияния формы диска и скорости движения на величину угла скалывания почвы, что позволит выбрать вариант рыхлителя и режим движения комбинированного сошника.

**Таблица - Сводная таблица средних значений угла скалывания почвы и среднеквадратичных его отклонений**

Форма диска	Среднее значение угла скалывания $\bar{\alpha}$	Среднее квадратическое отклонение $\sigma$	Номер передачи
Плоский	14,4	2,04	4
	14,8	1,67	6
Турбодиск (прямое вхождение)	26,0	2,16	4
	24,1	2,34	6
Турбодиск (обратное вхождение)	26,4	1,33	4
	24,3	1,33	6

Учитывая форму борозды под удобрения и семена в поперечном сечении и изменение ее размеров по глубине, выбираем форму уплотнителя близкую к трапеции, меньшее основание которой направлено назад. Поскольку уплотнитель почвы под семена жестко прикреплен к отогнутому назад концу семяпровода, то его длину целесообразно принять равной длине отогнутого конца, то есть:

$$l_y = 0,045 \text{ м.} \tag{6}$$

Это обеспечит беспрепятственный выход семян из семяпровода (без их сгуживания) и одновременное уплотнение почвы под семена.

Необходимо определить диапазон изменения угла наклона уплотнителя почвы, то есть следует определить максимальный угол наклона уплотнителя  $\gamma_{max}$ , тогда диапазон его регулирования  $\gamma$  будет равен:

$$\gamma = 0 - \gamma_{max} \tag{7}$$

Для определения  $\gamma_{max}$  необходимо задаться максимальным значением уплотнения почвы  $\Delta h_{max}$ , тогда при  $\Delta h_c = 0,01$  м получаем:

$$\gamma_{max} = \arcsin \frac{0,01}{0,045} = 12,8^\circ$$

Ширину заднего конца уплотнителя почвы найдем по зависимости для угла скалывания почвы равного  $26^\circ$  (турбодиск при прямом вхождении в почву) и глубины посева  $h_c = 0,07$  м:

$$B = 2(0,12 - 0,07)0,487 = 0,0487 \approx 0,05 \text{ м.}$$

Таким образом, при проведении полевых исследований по определению угла скалывания почвы при проходе дискового ножа (плоского и «турбодиска»), установлено, что плоский диск скалывает почву по обе стороны на угол не превышающий  $15^\circ$ , увеличение скоро-

сти движения не ведет к заметному росту угла скалывания почвы. При проходе «турбодиска» (прямое вхождение в почву или обратное) - образуется борозда более широкая за счет угла скалывания, изменяющегося в пределах  $24,5 \dots 26,5^\circ$ , причем, среднее квадратическое отклонение угла при проходе «турбодиска» с обратным вхождением наименьшее и равно  $1,33^\circ$ . Расчетами по аналитическим зависимостям, с применением полученных экспериментальных данных, установлены конструктивные параметры уплотнителя почвы разработанного комбинированного сошника:

- длина уплотнителя  $l_y = 0,045 \text{ м}$  ;

- ширина заднего конца уплотнителя  $B = 0,05 \text{ м}$  ;

- максимальный угол отклонения уплотнителя от горизонтали при уплотнении почвы на 0,005 м равен  $\gamma_{\max} = 12,8$

#### Библиография

1. Семенов А.Н. Зерновые сеялки. К.: Машгиз, 1959. 318 с.
2. Сокол Н.А., Щербина Э.В., Морозов В.Г. Рентгенографические исследования процесса уплотнения почвы // Исследование, проектирование и производство рабочих органов сельскохозяйственных машин: Сб. науч. тр. Ростов-на-Дону: РИСХМ, 1978, С. 9-15.
3. Дементьев А.И. Совершенствование технологического процесса и технических средств внесения минеральных удобрений в засушливых условиях Поволжья. Саратов, 1995. С. 132.
4. Неведов Б.А. Разработка технологии и комплекса машин для внутрпочвенного внесения минеральных удобрений в условиях интенсивного земледелия: дисс. ... д-ра техн. наук. М.: 501 с.
5. Подгорный П.И. Растениеводство. М.: Сельхозиздат, 1963. 480 с.
6. Агротехника локального внесения удобрений. Обзорная информация. / Составитель В.Е. Булаев. М.: ВАСХНИЛ, ВНИИ информации и технико-экономических исследований по сельскому хозяйству, 1981. 60 с.
7. Беляев Е.А. Посевные машины. М.: Россельхозиздат, 1987. 62 с.
8. Гусев В.М. Посевные машины США и Канады // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1989. №3. С. 55-58.
9. Оксененко И.А. Способы посева и урожай // Кукуруза. 1975. № 5. С. 7-9.
10. Операционная технология применения минеральных удобрений / Сост. Н.М. Марченко. М.: Россельхозиздат, 1983. С. 40-42.
11. Патент РФ 2400959 МКП А01С7/00 (2006.01), А01В49/06 (2006.01). Посевная секция зернотуковой сеялки / Н.Ф. Скурятин. № 2009109280/12; заявл. 13.03.2009; опубл. 10.10.2010. Бюл. № 28. 12 с.
12. Патент РФ 187299 МКП А01С7/00 (2006.01), А01В49/06 (2006.01). Комбинированный сошник / Н.Ф. Скурятин. № 2009109280/12; заявл. 24.12.2018; опубл. 28.02.2019. Бюл. № 7. 12 с.

#### References

1. Semenov A.N. Zernovye seyalki. [Grain seeders] Kiev: Mashgiz, 1959. 318 p.
2. Sokol N.A., Shcherbina E.V., Morozov V.G. Rentgenograficheskie issledovaniya processa uplotneniya pochvy [x-Ray studies of soil compaction process] // Research, design and production of working bodies of agricultural machines: SB.nauch. tr. - Rostov-on-don: riskhm, 1978 Pp. 9-15.
3. Dementiev A.I. Sovershenstvovanie tekhnologicheskogo processa i tekhnicheskikh sredstv vneseniya mineral'nyh udobrenij v zasushliviye usloviyah Povolzh'ya. [Improvement of the technological process and technical means of applying mineral fertilizers in the arid conditions of the Volga region]. Saratov, 1995. P. 132.
4. Nefedov B.A. Razrabotka tekhnologii i kompleksa mashin dlya vnutripochvennogo vneseniya mineral'nyh udobrenij v usloviyah intensivnogo zemledeliya. [Development of technology and complex of machines for in-soil application of mineral fertilizers in conditions of intensive agriculture]: Diss. ... d-RA tekhn. sciences. M. 501 p.
5. Podgorny P.I. Rastenievodstvo. [Crop Production]. M.: SEL'khozizdat, 1963. 480 p.
6. Agrotekhnika lokal'nogo vneseniya udobrenij. Obzornaya informaciya. [Agricultural equipment for local fertilization. Overview information.] / Compiled by V.E. Bulaev. M.: VASKHNIL, Institute of information and technical and economic research on agriculture, 1981. 60 p.
7. Belyaev E.A. Posevnye mashiny. [Seeding machines]. M.: Rosselkhozizdat, 1987. 62 p.
8. Gusev V.M. Posevnye mashiny SSHA i Kanady [Sowing machines of the USA and Canada] // Tractors and agricultural machines. 1989. No. 3. Pp. 55-58.
9. Oxenenko I.A. Sposoby poseva i urozhaj [Methods of sowing and harvest] // Maize, 1975. No. 5. Pp. 7-9.
10. Operacionnaya tekhnologiya primeneniya mineral'nyh udobrenij [Operational technology for the use of mineral fertilizers] / Comp. N.M. Marchenko. M.: Rosselkhozizdat, 1983. Pp. 40-42.
11. Patent RF 2400959 МКП А01С7/00 (2006.01), А01В49/06 (2006.01). Posevnaya sekciya zernotukovoj seyalki [Sowing section of grain-seeder] / N.F. Skuryatin; No. 2009109280/12; declared. 13.03.2009; publ. 10.10.2010. Bull. No. 28. 12 p.

12. Patent RF187299 MCP A01S7/00 (2006.01), A01V49/06 (2006.01). Kombinirovannyj soshnik [Combined Coulter] / N.F Skuryatin; No. 2009109280/12; declared. 24.12.2018; publ. 28.02.2019. Bull. No. 7. 12 p.

#### **Сведения об авторах**

Скuryatin Николай Филиппович, доктор технических наук, профессор кафедры технической сервис в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, 308503, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, тел. 8 920 204 0573, E-mail: [sku.nauka@gmail.com](mailto:sku.nauka@gmail.com)

Куликов Алексей Сергеевич, аспирант кафедры технической сервис в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+7 919 282 02 92, E-mail: [kulikov\\_a\\_s@mail.ru](mailto:kulikov_a_s@mail.ru)

#### **Information about authors**

Skuryatin Nikolay Filippovich, Doctor of technical Sciences, Professor of the department of technical service in the agricultural sector, 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. 8 920 204 0573, E-mail: [sku.nauka@gmail.com](mailto:sku.nauka@gmail.com)

Kulikov Alexey Sergeevich, graduate student of the department of technical service in the agricultural sector, 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.+7 919 282 02 92, E-mail: [kulikov\\_a\\_s@mail.ru](mailto:kulikov_a_s@mail.ru)

УДК 621.436

*Р.Ю. Соловьев, С.В. Черанев, А.В. Коломейченко, М.Е. Герасимов, В.А. Громов*

## ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ РЫНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ТЕХНИКИ ДРУГОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДИЗЕЛЬНЫМИ ДВС РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Аннотация.** В работе приводятся предприятия, которые производят/производили дизельные двигатели внутреннего сгорания (ДВС) для сельскохозяйственной и техники другого назначения в Российской Федерации. Представлены основные потребители таких ДВС. Основной акцент сделан на двигатели с рабочим объемом до 4400 см<sup>3</sup> и мощностью до 150 кВт, как одни из очень востребованных для нашей страны. Они должны обладать высоким запасом крутящего момента, небольшой массой и компактными габаритными размерами, иметь высокую топливно-экономическую эффективность, удовлетворять современным экологическим требованиям. Текущая потребность в таких ДВС составляет до нескольких тысяч единиц в год с дальнейшим прогнозом к стабильному ежегодному увеличению продукции в связи с обновлением парка машин или их отсутствием в принципе по некоторым необходимым для экономики страны позициям. Так как предложения от отечественных производителей двигателей в данном сегменте практически отсутствуют, то чаша весов склоняется в сторону зарубежных производителей, которые на отечественном рынке присутствуют в большом количестве. В настоящее время по дизельным двигателям с рабочим объемом до 4,4 литров импортозависимость от зарубежных производителей близка к 100%. В работе указывается, что для развития машиностроения необходимость налаживания производства семейства надежных отечественных дизельных двигателей с рабочим объемом до 4400 см<sup>3</sup> и мощностью до 150 кВт, которые очень востребованы для широкой номенклатуры сельскохозяйственной и техники другого назначения. Показано, что одним из главных недостатков для организации производства дизельных двигателей в России является невозможность изготовления предприятия машиностроения компонентной базы требуемого качества.

**Ключевые слова:** производство, дизель, двигатель внутреннего сгорания, компоненты, техника.

### AVAILABILITY OF THE MARKET OF AGRICULTURAL AND OTHER MACHINERY WITH RUSSIAN-MADE DIESEL ENGINES

**Abstract.** The paper presents enterprises that produce/produced internal combustion diesel engines (ICE) for agricultural and other purposes vehicles in the Russian Federation. The main consumers of such combustion engines are presented. The main emphasis is made on engines with a capacity of up to 4400 cc and power of up to 150 kW, as the most demanded engines for the country. They must have a high amount of torque, low weight and compact overall dimensions, have high fuel efficiency and meet up-to-date environmental requirements. The current demand for such engines is up to several thousand units per year with further forecast for a stable annual increase in production due to the renewal of the fleet of machines or their absence basically on some positions necessary for the country's economy. As offers from domestic manufacturers of engines in this segment are practically absent, the scales are tilted towards foreign manufacturers, which are present in the domestic market in large quantities. At present, in diesel engines with a capacity of up to 4.4 litres import dependence on foreign manufacturers is close to 100%. The paper points out that for the development of agricultural engineering the need to establish production of a family of reliable domestic diesel engines with a capacity of up to 4400 cc and power up to 150 kW, which are very popular for a wide range of agricultural and other purposes vehicles. It is shown that one of the main drawbacks for the organization of manufacture of diesel engines in Russia is the impossibility of manufacturing component base of the required quality.

**Keywords:** production, diesel, internal combustion engine, components, machinery.

**Введение.** Одной из важнейших задач отечественной промышленности является налаживание и дальнейшее развитие собственного производства сельскохозяйственной и техники другого назначения, а также компонентов к ней, в том числе дизельных ДВС, или создание условий по локализации технологий иностранных производителей на территории Российской Федерации. При этом необходимо наладить взаимодействие между крупными производителями техники с одной стороны, и производителями компонентной базы (деталей, сборочных единиц, агрегатов, запасных частей) с другой стороны, отсутствие которого в конечном итоге делает невозможным их кооперацию при производстве самоходной техники различного назначения в стране. Российскому рынку сельскохозяйственной и техники другого назначения в настоящее время крайне необходимо семейство надежных отечественных дизельных двигателей с рабочим объемом до 4,4 литров.

**Методы исследования.** Исследования проводились с применением аналитического метода [1, 2, 3] посредством мониторинга производственных мощностей предприятий, спе-

специализирующихся на выпуске дизельных двигателей с рабочим объемом до 4,4 литров. Анализировались производственный потенциал отечественного машиностроения, обеспеченность потребителей и технические характеристики выпускаемой продукции, возможности и намерения иностранных компаний – производителей дизельных ДВС.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Анализ текущей ситуации, сложившейся в производстве дизельных двигателей для сельскохозяйственной и техники другого назначения с рабочим объемом до 4400 см<sup>3</sup> мощностью до 150 кВт и их компонентов в нашей стране, показал следующее.

АО «Вятское машиностроительное предприятие «АВИТЕК» производило малогабаритные одноцилиндровые четырехтактные дизельные двигатели серии ВСН (ВСН-6Д, ВСН-7Д, ВСН-9Д). Производитель позиционировал эти двигатели как энергоустановку для привода автономных малых (мини) электростанций, сварочных агрегатов, мини-тракторов, насосных и компрессорных установок, а также для дорожно-транспортных и строительных машин и других средств малой механизации. В настоящий момент выпуск этих двигателей прекращен [4].

Двигатели схожего предназначения были разработаны Производственным объединением ТУЛАМАШЗАВОД, это одноцилиндровые четырехтактные дизели ТМЗ-450Д и ТМЗ-520Д, обладающие следующими характеристиками [5]:

- ТМЗ-450Д с рабочим объемом 454 см<sup>3</sup> и мощностью 8,0 кВт;
- ТМЗ-520Д с рабочим объемом 520 см<sup>3</sup> и мощностью 9,5 кВт.

Главным специализированным конструкторским бюро «Трансдизель» Челябинского тракторного завода, разработан и производится 2-х цилиндровый V-образный двигатель дизель В2С 8,2/7,8, который имеет воздушное охлаждение, мощность 8,8 кВт и рабочий объем 0,8 литра [6].

Основными потребителями этого ДВС были такие предприятия, как:

- ОАО «Челябинский тракторный завод» (г. Челябинск);
- ОАО «Прожектор электротехника» (г. Москва);
- ОАО «Электроагрегат» (г. Курск);
- ОАО «Элкон» (г. Барнаул);
- ОАО «Сарапульский электрогенераторный завод» (г. Сарапул);
- ОАО «Курганмашзавод» (г. Курган);
- ОАО «Пролетарский завод» (г. Санкт-Петербург).

Изучив спрос и потребности рынка конструкторским бюро завода разработан проект семейства малогабаритных дизелей водяного охлаждения, охватывающих мощностной диапазон от 18 до 55 л.с. Новое семейство компактных V-образных дизелей жидкостного охлаждения состоит из:

- 2-х цилиндровой версии с рабочим объемом 1,17 литра;
- 4-х цилиндровой версии с рабочим объемом 2,34 литра;
- 6-ти цилиндровой версии с рабочим объемом 3,57 литра.

На данный момент такие двигатели созданы только в виде единичных опытных образцов [7].

Из отечественных ДВС с рабочим объемом в диапазоне от 1 до 4,4 литров востребована и популярна была продукция ООО «Владимирский моторо-тракторный завод» (ВМТЗ), который на данный момент находится в стадии банкротства [8]. Предприятие выпускало следующие дизельные двигатели с воздушным охлаждением:

Д120 - двухцилиндровый ДВС с рабочим объемом 2,08 литра, развивающий мощность 15,4 - 22,1 кВт. Его устанавливали на мини-погрузчиках Уралвагонзавода, вилочных погрузчиках машзавода им. Калинина, электрических агрегатах, выпускаемых в г. Курск и Владимирской области.

Д130 и Д130Т - трехцилиндровый ДВС с рабочим объемом 3,12 литра и мощностью 29,4 - 47,8 кВт. Он устанавливался на следующие виды техники:

- тракторы Агромаш 50 ТК, Агромаш 50 СШ, Т-45, ВТЗ-2048;

- сварочный агрегат типа АДД-4004;
- цементовоз ТЦ-21.

Д144 - четырехцилиндровый ДВС с рабочим объемом 4,15 литра и мощностью 27,2 - 44,1 кВт. Его устанавливали на следующую технику:

- тракторы Т-40, ЛТЗ-55, Т28Х4М;
- автопогрузчики 4014Д, 40811, 40261, 40271, 40816;
- катки дорожные ДУ-63-1, ДУ-ЭЗ, ДУ-47Б, ДУ-94, ДУ-Э6, ДУ-Э7;
- асфальтоукладчики ДС-63-1, ДС-155;
- автобетоносмесители 581460, 581462;
- компрессорные станции типа ЗИФ и ПКСД;
- сварочные агрегаты типа АДД; электростанции АД-16-Т400-1 ВП, ЭД-16-Т400-1 ВП;

- путевые машины ПРМ и МСШУ.

Д145Т - четырехцилиндровый ДВС с рабочим объемом 4,15 литра и мощностью 41,9 - 55,1 кВт. Двигатель устанавливался на следующие виды техники:

- трактор Агромаш 85 ТК;
- дизель-генераторы АД-30, АД30-Т400-1 ВП, ЭД30-Т400-1 ВП, ГС250-20/4;
- автобетоносмесители 58146С, 58147С.

В июле 2018 года на предприятии прошли массовые сокращения рабочего персонала. 30 июня 2019 года арбитражный суд признал предприятие банкротом.

Публичное акционерное общество «Заволжский моторный завод». Первое техническое задание на проектирование дизельного двигателя предприятие получило в конце 70-х годов прошлого века. Предполагалось производство дизельного двигателя с турбо наддувом с чугунным блоком цилиндров рабочим объемом 2,3 литра и мощностью 80 - 90 л.с. За полтора десятилетия конструкторами было создано несколько различных опытных образцов, был проведен ряд испытаний в составе автомобиля на полигоне ФГУП «НАМИ», но в производство ДВС не пошел. Тем не менее идея его создания не была забыта и в 1993 году был запущен проект по созданию дизельного двигателя на основе выпускаемого, перспективного бензинового мотора ЗМЗ-406. Поздней осенью 1995 года был испытан двухлитровый 105-ти сильный 406Д.10, послуживший основой для создания двигателя ЗМЗ-514, который после доработки головки блока цилиндров (ГБЦ) специалистами фирмы «Ricardo», был запущен в серийное производство [9].

Первая опытно-промышленная партия двигателей ЗМЗ-514, предназначавшихся для автомобилей «ГАЗель», была собрана в 2002 году. Но уже в 2004 году серийное производство было остановлено. Причиной явилось нестабильное качество комплектующих изделий и сложности соблюдения точности обработки деталей на самом заводе. Проведя работы по доведению нового двигателя, изменив конструкцию блока, шатунов, цепей газораспределительного механизма (ГРМ) и других деталей в ноябре 2005 года цех малых серий предприятия начал производство дизелей с индексом ЗМЗ-5143 [10]. Из-за неверно выбранных приоритетов при конструировании двигателя, к ресурсу данного ДВС возникали претензии у потребителей на протяжении всего его производства.

В дальнейшем «Заволжский моторный завод» для выполнения экологических норм, улучшения топливной экономичности и тяговых характеристик модернизировал двигатель ЗМЗ-5143.10 путем установки топливной аппаратуры Bosch Common Rail. Появившийся двигатель ЗМЗ-51432.10 CRS стал более требовательным к качеству топлива, а стоимость ремонта его топливной аппаратуры значительно возросла. Многие недостатки в данном ДВС перешли от старого двигателя в виде отказов приводов ГРМ и топливного насоса высокого давления (ТНВД), малого ресурса масляного насоса, порывов в топливной магистрали ТНВД, трещин в ГБЦ.

Главной причиной снижения спроса на дизельные двигатели модельного ряда ЗМЗ стал экологический стандарт Евро-5. По подсчетам производителей доведение данных дизелей до данного стандарта (повышение давления впрыска топлива, внедрение сажевых филь-



тров и более эффективных нейтрализаторов и т.д.) увеличивает конечную стоимость изделия только на уровне завода на 1000 - 1500 евро, что неминуемо отразится на их спросе.

В составе ЯМЗ – ОАО «Автодизель» для серийного производства двигателей нового семейства был построен и запущен новый завод. Это одно из самых современных производств дизельных двигателей не только в России, но и в Восточной Европе. Инвестиции в проект составили 11 млрд. рублей, расчетный объем производства - до 50 тысяч ДВС в год.

Двигатель ЯМЗ-530 – новое семейство средних рядных четырех- и шестицилиндровых дизельных ДВС мощностью от 130 до 330 л.с. с потенциалом выполнения норм экологического стандарта Евро-6. Разработано до 400 модификаций и комплектаций двигателей с высокой степенью унификации. Модельный ряд разработан конструкторами Ярославского моторного завода ОАО «Автодизель» и «Группы ГАЗ» при поддержке мирового лидера в области инжиниринга транспортного машиностроения AVL List (Австрия). В двигателях ЯМЗ-530 использованы передовые конструктивные решения по компоновке, управлению, работе основных систем. Их выпуск начался в 2013 году.

Дизельный двигатель ЯМЗ-534 рядный четырехцилиндровый, рабочий объем которого составляет 4,43 литра. Диапазон мощности от 100 до 176 кВт, а развиваемого крутящего момента от 420 до 784 Н.м. В конструкции применены: чугунный блок цилиндров, чугунные «мокрые» гильзы, масляные форсунки охлаждения днища поршня, шатуны из стали. Диаметр цилиндров составляет 105 мм, а стальной коленчатый вал обеспечивает ход поршня 128 мм, что и обеспечивает рабочий объем ДВС [11]. Двигатель имеет «нижний» распределительный вал, расположенный в блоке цилиндров (Cam-in-Block). Головка блока с 4-мя клапанами на каждый цилиндр.

Степень локализации компонентов ДВС 530-й серии увеличивается с каждым годом: в 2015 году - 68%, в 2016 - 75%, на 2018 - уже 80%. «Группа ГАЗ» освоила отливку блоков цилиндров, турбокомпрессоры выпускает АО НПО «Турботехника» (раньше их производил немецкий «Schwitzer»), производство поршней освоили в г. Кострома, с КАМАЗа поставляется коленчатый вал, а распределительный вал производит соседний с ЯМЗ завод ЯЗДА. Там же готовят к выпуску высокоточный ТНВД. Он будет выдавать 2000 бар вместо обычных 1000 - 1500 бар.

В настоящее время, потребитель склоняется к выбору надежного, производительного, легкого в обслуживании, обладающего высокими топливно-экономическими показателями двигателя. В связи с тем, что предложения от отечественных двигателестроителей в данном сегменте практически отсутствуют, то чаша весов склоняется в сторону зарубежных производителей, которые на отечественном рынке присутствуют в большом количестве.

На территории СНГ по распространенности особо выделяются заводы Беларуси. Завод г. Минска ОАО «Минский моторный завод» (ММЗ) со своими ставшими массовыми из-за дешевизны и простоты обслуживания двигателями, которые пользуются высоким спросом на постсоветском пространстве. Это крупнейшее предприятие Беларуси, а также ведущий производитель дизельных двигателей среди стран СНГ, занимает первое место по количеству выпускаемых двигателей для тракторов и комбайнов. Доля рынка этого завода составляет более 50% всего парка тракторов СНГ. Основная продукция ММЗ это дизельные двигатели Д-243, Д-245 и их модификации с рядным расположением цилиндров и объемом 4,75 литра. Их массовость и распространение привело к тому что потребитель считает данные ДВС произведенными (появился даже термин «условно произведенными») в России, но это утверждение не соответствует действительности.

Компания Cummins Inc локализовала свое производство на территории России в республике Татарстан путем организации совместного предприятия ЗАО «Камминз Кама» по производству дизельных двигателей с ПАО «КАМАЗ» в г. Набережные Челны [12]. Была открыта сборочная линия двигателей Cummins серии «В» мощностью 140 - 300 л.с. с рабочим объемом от 4,5 до 6,7 литров. С марта 2017 года СП «Камминз Кама» расширило номенклатуру выпускаемой продукции, запустив сборку двигателей серии «L» с рабочим объемом 8,9

литра и мощностью до 400 л.с. Локализация производства этого двигателя достигает 60% от его стоимости.

К сожалению производство двигателей Cummins серии «А» мощностью 31 - 60 л.с. с рабочим объёмом от 1,4 до 2,3 литра рядных с 3 и 4 цилиндрами серии «F» мощностью до 160 л.с. с рабочим объёмом 2,8 и 3,8 литра очень востребованных на рынке малотоннажных автомобилей, небольших тракторов и коммунальной техники компания переносить в Россию в ближайшее время не планирует. Кроме этого в ближайшее время своё производство дизельных ДВС в России пока не планируют размещать такие крупные зарубежные производители, как John Deere, Caterpillar, Deutz, Perkins, но с ними продолжаются переговоры [13-16].

В настоящее время для организации производства ДВС в России главным недостатком является невозможность изготовления комплектующих требуемого качества. Изготовление таких деталей для ГРМ, как поршневые кольца, пальцы, шатуны, клапаны, пружины, направляющие втулки, распределительные валы, прокладки и сальники вызывает большие затруднения у отечественных производителей в связи с предъявляемыми высокими требованиями к качеству изготовления компонентной базы и ДВС. Кроме этого, имеются большие проблемы с изготовлением деталей из алюминиевых сплавов. Даже потребность в крепежных изделиях обеспечивается максимум на 50%, и то лишь за счет «неответственного» крепежа. Отдельной проблемой является сложившееся отставание российских предприятий по широкому спектру технологий для получения сложных заготовок методом литья из высокопрочных чугунов и чугунов, содержащих графит, стали, а также использование для упрочнения рабочих поверхностей широкой номенклатуры деталей ДВС современных методов и материалов.

В последние годы обеспечению рынка сельскохозяйственной и техники другого назначения дизельными ДВС российского производства уделяется большое внимание на самом высоком уровне. Специалистами Центра сельскохозяйственного машиностроения ФГУП «НАМИ» проводится работа по выявлению потребности рынка и проблемных мест для производства модельного ряда дизельных ДВС, необходимых для нужд АПК. Совместно с VDMA (Союз немецких машиностроителей Германии) был организован Круглый стол на тему «Развитие производства компонентов и международной кооперации на территории РФ и государствах-членах ЕАС в сельскохозяйственном и дорожно-строительном машиностроении» на Агросалоне – 2018 в г. Москве. В мероприятии принимали участие ключевые производители сельскохозяйственной, строительно-дорожной техники и компонентов в России и за рубежом. Совместно с Национальным Агентством Социальных Коммуникаций была организована работа на Стратегической сессии Форума «Двигатель России» в 2018 году. Создана рабочая группа «Поршневой двигатель сельскохозяйственного назначения» из ведущих производителей и учёных.

На рис. 1 и 2 показаны зависимость мощности и веса двигателя от его рабочего объёма. На диаграммах отмечена область параметров дизельных ДВС, имеющая оптимальное сочетание характеристик и наиболее востребованная производителями сельскохозяйственной и техники другого назначения.

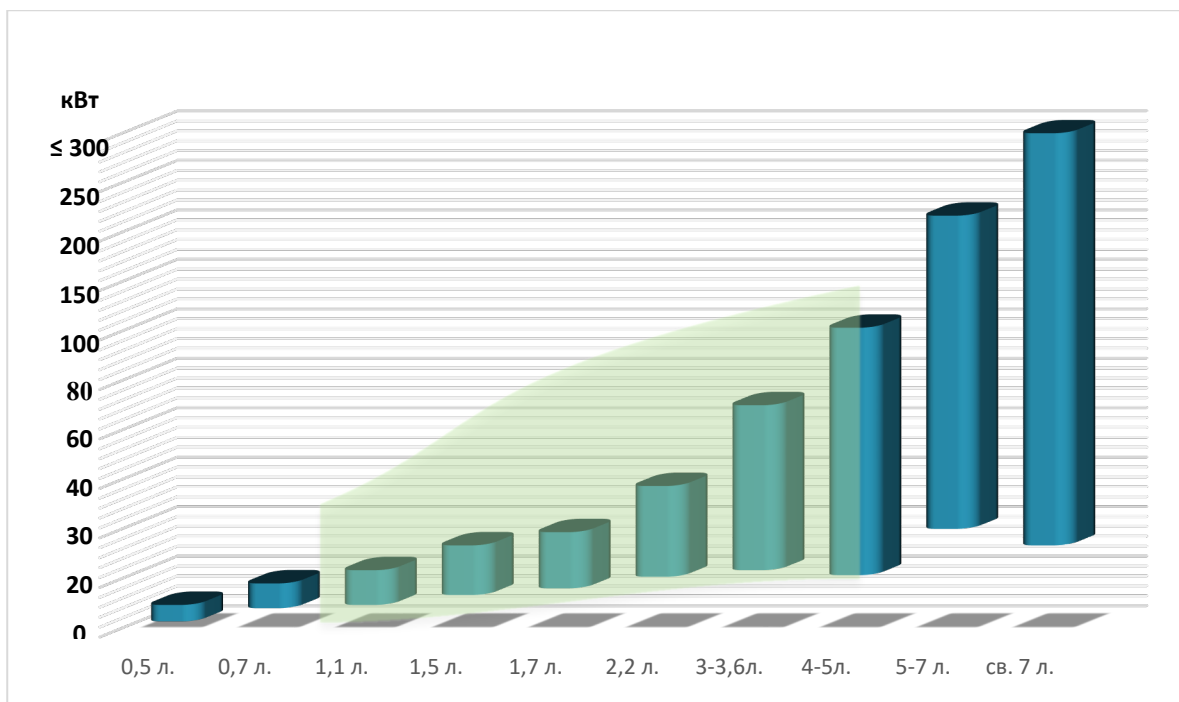


Рис.1. Зависимость мощности двигателя от рабочего объема

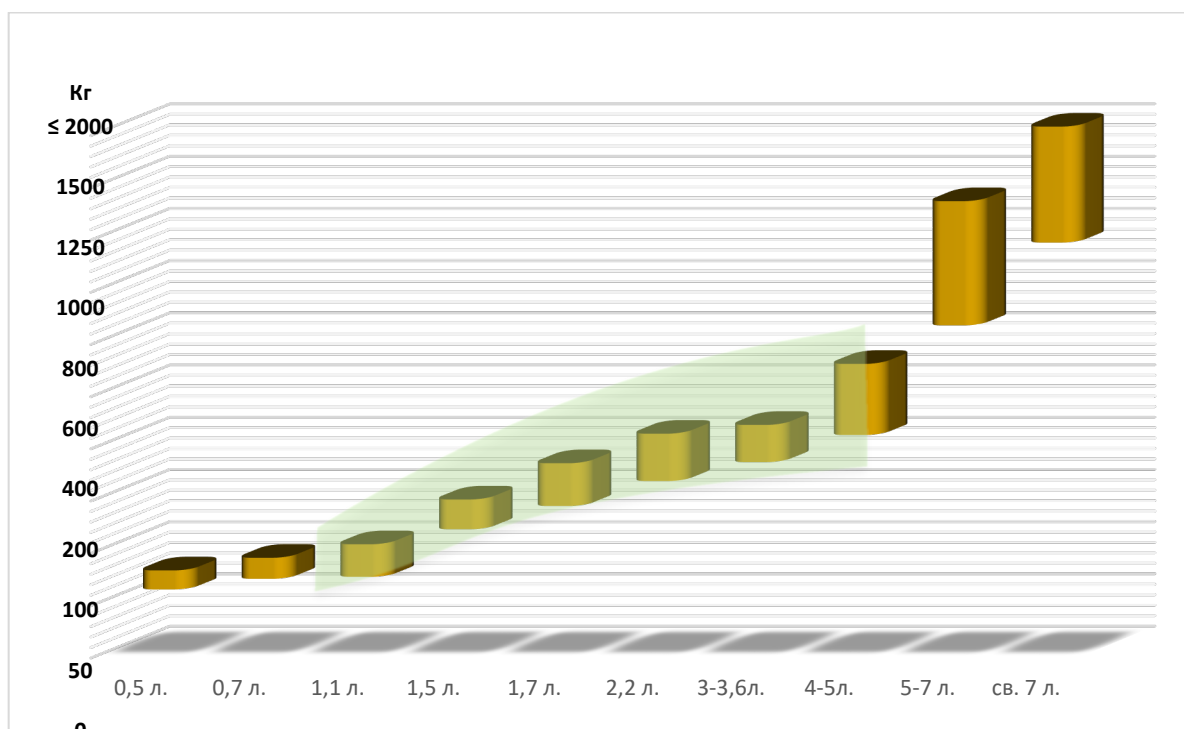


Рис. 2. Зависимость веса двигателя от рабочего объема

**Выводы.** Установлено, что производителям сельскохозяйственной и техники другого назначения в нашей стране необходимо семейство надежных отечественных дизельных двигателей с рабочим объемом до 4400 см<sup>3</sup> и мощностью до 150 кВт. Проведенный анализ тенденций и сложившейся ситуации в отечественном двигателестроении показал, что наряду с разработкой и производством семейства ДВС для отдельных видов техники необходимо также налаживать выпуск современных компонентов и систем для них. Тогда машиностроение в Российской Федерации получит существенное развитие за счет освоения значительного числа новых, передовых технологий. При организации или локализации производства

необходимо будет уделять внимание не только показателям надежности, экономичности, малой шумности двигателей, но и их экологичности с целью снижения вредного воздействия на окружающую среду. Поэтому одной из актуальных технологий будущего на рынке ДВС будет разработка и внедрение моделей, работающих как на смешанных видах топлива, так и биологическом топливе, и других альтернативных его видах.

Предприятиям, которые будут заниматься серийным производством дизельных двигателей и компонентов для них, предстоит освоить не только новые технологические процессы, но также современные методики, приборы и оборудование для технического контроля, позволяющие повысить качество выпускаемой продукции и довести его до соответствия международным нормам, требованиям и стандартам. Для этого создаваемые предприятия необходимо будет укомплектовывать высококвалифицированными специалистами от рабочих до инженерно-технических работников. В настоящее время ведется активный поиск организаций – партнеров для этих процессов. Кроме этого, одним из условий потребителей является создание в стране широко развитой и доступной сети технической поддержки, сервиса и своевременной поставки запасных частей.

Только при должном подходе к рассмотренной в работе проблеме, совместному обсуждению, поиску и реализации решений между производителями компонентной базы и техники различного назначения, органами государственного управления, научными институтами, образовательными организациями, потребителями, будет возможно получить качественный и конкурентный продукт, который позволит сделать прорыв в развитии отечественного двигателестроения, снизить зависимость от импорта и обеспечить условия для поставок данного вида продукции российского машиностроения на экспорт.

#### Библиография

1. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. В 3-х т. Т. 3. Статистические методы анализа данных: учебник. М.: МГТУ им. Баумана. 2012. 623 с.
2. Кулаичев А.П. Методы и средства комплексного анализа данных: учебное пособие. М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М. 2013. 512 с.
3. Кравченко И.Н. Коломейченко А.В., Логачев В.Н. и др. Основы научных исследований: учебное пособие. СПб.: Изд-во Лань. 2015. 304 с.
4. Сайт Института информационных технологий и автоматизированного проектирования, [Федеральный информационный фонд отечественных и иностранных каталогов промышленной продукции](http://xn--80aaizhenfck0a.xn--p1ai/PublicDocuments/0703989.pdf) «Дизельные двигатели серии ВСН» [Электронный ресурс]. URL: <http://xn--80aaizhenfck0a.xn--p1ai/PublicDocuments/0703989.pdf> (дата обращения: 24.10.2019).
5. Официальный сайт компании ПО ТУЛАМАШЗАВОД [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tulamash.ru/catalog/4> (дата обращения: 24.10.2019).
6. Официальный сайт компании ООО «Челябинский тракторный завод – УРАЛТРАК», обзор выпускаемой продукции [Электронный ресурс]. URL: <http://chitz-uraltrac.ru/catalog/categories/1.php> (дата обращения: 24.10.2019).
7. Официальный сайт компании ООО «Челябинский завод тракторной техники», обзор выпускаемой продукции [Электронный ресурс]. URL: <http://www.chztt.ru/index.html> (дата обращения: 24.10.2019).
8. Официальный сайт компании ООО «Владимирский моторо-тракторный завод», обзор выпускаемой продукции [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vmtz.tplants.com/ru/company/review/> (дата обращения: 24.10.2019).
9. Интернет издание издательства «За рулем» [Электронный ресурс]. URL: [https://www.zr.ru/content/articles/7772-molodoj\\_dizel\\_zhelajet\\_poznakomitsa/](https://www.zr.ru/content/articles/7772-molodoj_dizel_zhelajet_poznakomitsa/) (дата обращения: 24.10.2019).
10. Официальный сайт компании ОАО «ЗМЗ», обзор выпускаемой продукции [Электронный ресурс]. URL: [http://www.zmz.ru/Produktciya/Dvigateli\\_ZMZ/Semeystvo\\_ZMZ51410\\_Dvigatel\\_ZMZ\\_5143210\\_CRS\\_s\\_sist](http://www.zmz.ru/Produktciya/Dvigateli_ZMZ/Semeystvo_ZMZ51410_Dvigatel_ZMZ_5143210_CRS_s_sist) (дата обращения: 24.10.2019).
11. Официальный сайт компании ОАО «ЗМЗ», обзор выпускаемой продукции [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ymzmotor.ru/catalog/ymz-530/> (дата обращения: 24.10.2019).
12. Официальный сайт компании «Cummins», обзор выпускаемой продукции, дизельные двигатели [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cumminsengines.com/engines> (дата обращения: 24.10.2019).
13. Официальный сайт компании «John Deere», обзор выпускаемой продукции, промышленные дизельные двигатели [Электронный ресурс]. URL: <https://www.deere.com/en/industrial-engines/> (дата обращения: 24.10.2019).

14. Официальный сайт компании «Caterpillar», обзор выпускаемой продукции, промышленные дизельные двигатели [Электронный ресурс]. URL: [https://www.cat.com/en\\_US/products/new/power-systems/industrial.html](https://www.cat.com/en_US/products/new/power-systems/industrial.html) (дата обращения: 24.10.2019).

15. Официальный сайт компании «DEUTZ Russia» обзор выпускаемой продукции [Электронный ресурс]. URL: <http://www.deutz.ru/website.ru.html> (дата обращения: 24.10.2019).

16. Официальный сайт компании «Perkins», обзор выпускаемой продукции, промышленные дизельные двигатели [Электронный ресурс]. URL: [https://www.perkins.com/en\\_GB/products/new/perkins/industrial.html](https://www.perkins.com/en_GB/products/new/perkins/industrial.html) (дата обращения: 24.10.2019).

#### References

1. Orlov A.I. Organizatsionno-ekonomicheskoye modelirovaniye. V 3-kh t. T. 3. Statisticheskiye metody analiza dannykh: uchebnik [Organizational and Economic Modeling. In 3 volumes. Volume 3. Statistical methods of data analysis: textbook]. Moscow: Bauman MSTU. 2012. 623 p.

2. Kulaichev A.P. Metody i sredstva kompleksnogo analiza dannykh: uchebnoye posobiye [Methods and means of the complex data analysis: tutorial]. Moscow: Forum, NIT INFRA-M. 2013. 512 p.

3. Kravchenko I.N., Kolomeichenko A.V., Logachev V.N. et al. Osnovy nauchnykh issledovaniy: uchebnoye posobiye [Basics of scientific research: tutorial]. St. Petersburg: Lan Publishing House. 2015. 304 p.

4. Official website of the Institute of Information Technologies and CAD Design, Federal Information Fund of domestic and foreign industrial product catalogues «Diesel engines of VSN series». [Electronic resource]. URL: <http://xn--80aajzhcnfck0a.xn--p1ai/PublicDocuments/0703989.pdf> (accessed: 24.10.2019).

5. Official website of TULAMASHZAVOD [Electronic resource]. URL: <http://www.tulamash.ru/catalog/4> (accessed: 24.10.2019).

6. Official website of Chelyabinsk Tractor Plant - URALTRAK, product overview [Electronic resource]. URL: <http://chtz-uraltrac.ru/catalog/categories/1.php> (accessed: 24.10.2019).

7. Official website of Chelyabinsk Tractor Machinery Plant - URALTRAK, product overview [Electronic resource]. URL: <http://www.chztt.ru/index.html> (accessed: 24.10.2019).

8. Official website of Vladimir Motor-Tractor Plant, product overview [Electronic resource]. URL: <http://www.vmtz.tplants.com/ru/company/review/> (accessed: 24.10.2019).

9. Internet edition of Za Rulem publishing house [Electronic resource]. URL: [https://www.zr.ru/content/articles/7772-molodoj\\_dizel\\_zhelajet\\_poznakomitsa/](https://www.zr.ru/content/articles/7772-molodoj_dizel_zhelajet_poznakomitsa/) (accessed: 24.10.2019).

10. Official website of JSC «ZMZ», review of production [Electronic resource]. URL: [http://www.zmz.ru/Produktciya/Dvigateli\\_ZMZ/Semeystvo\\_ZMZ51410\\_Dvigatel\\_ZMZ\\_5143210\\_CRS\\_s\\_sist](http://www.zmz.ru/Produktciya/Dvigateli_ZMZ/Semeystvo_ZMZ51410_Dvigatel_ZMZ_5143210_CRS_s_sist) (accessed: 24.10.2019).

11. Official website of ZMZ, review of products manufactured [Electronic resource]. URL: <https://www.ymzmotor.ru/catalog/ymz-530/> (accessed: 24.10.2019).

12. Official website of Cummins, product overview, diesel engines [Electronic resource]. URL: <https://www.cumminsengines.com/engines> (accessed: 24.10.2019).

13. Official website of John Deere, product overview, industrial diesel engines [Electronic resource]. URL: <https://www.deere.com/en/industrial-engines/> (accessed: 24.10.2019).

14. Official site of Caterpillar, production review, industrial diesel engines [Electronic resource]. URL: [https://www.cat.com/en\\_US/products/new/power-systems/industrial.html](https://www.cat.com/en_US/products/new/power-systems/industrial.html) (accessed: 24.10.2019).

15. Official website of DEUTZ Russia, product overview [Electronic resource]. URL: <http://www.deutz.ru/website.ru.html> (accessed: 24.10.2019).

16. Official website of Perkins, product overview, industrial diesel engines [Electronic resource]. URL: [https://www.perkins.com/en\\_GB/products/new/perkins/industrial.html](https://www.perkins.com/en_GB/products/new/perkins/industrial.html) (accessed: 24.10.2019).

#### Сведения об авторах

Соловьев Рудольф Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, директор Центра сельскохозяйственного машиностроения, Государственный научный центр Российской Федерации ФГУП «НАМИ», ул. Автомоторная, д. 2, г. Москва, Россия, 125438, тел. +7 495 456-42-50, доб. 64-23, [rudolf.solovyev@nami.ru](mailto:rudolf.solovyev@nami.ru).

Черанев Святослав Васильевич, начальник управления по нормативно-технической деятельности Центра сельскохозяйственного машиностроения, Государственный научный центр Российской Федерации ФГУП «НАМИ», ул. Автомоторная, д. 2, г. Москва, Россия, 125438, тел. +7 495 456-42-50, доб. 64-23, [svyatoslav.cheranev@nami.ru](mailto:svyatoslav.cheranev@nami.ru).

Коломейченко Александр Викторович, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом перспективных технологий Центра сельскохозяйственного машиностроения, Государственный научный центр Российской Федерации ФГУП «НАМИ», ул. Автомоторная, д. 2, г. Москва, Россия, 125438, тел. +7 495 456-42-50, доб. 64-23, [a.kolomiychenko@nami.ru](mailto:a.kolomiychenko@nami.ru).

Герасимов Михаил Евгеньевич, кандидат экономических наук, заведующий отделом технического регулирования и сертификации Центра сельскохозяйственного машиностроения, Государственный научный центр Российской Федерации ФГУП «НАМИ», ул. Автомоторная, д. 2, г. Москва, Россия, 125438, тел. +7 495 456-42-50, доб. 64-23, [mihail.gerasimov@nami.ru](mailto:mihail.gerasimov@nami.ru).

Громов Вячеслав Александрович, ведущий специалист отдела исследований компонентной базы сельскохозяйственной техники Центра сельскохозяйственного машиностроения, Государственный научный центр

Российской Федерации ФГУП «НАМИ», ул. Автомоторная, д. 2, г. Москва, Россия, 125438, тел. +7 495 456-42-50, доб. 64-23, [vyacheslav.gromov@nami.ru](mailto:vyacheslav.gromov@nami.ru).

#### **Information about authors**

Soloviev Rudolf Yuryevich, Candidate of Technical Sciences, Center of Agricultural Engineering, Central research and development automobile and engine institute NAMI, 125438, Moscow, Avtomotornaya St., 2, +7 495 456-42-50, ext. 65-28, E-mail: [rudolf.solovyev@nami.ru](mailto:rudolf.solovyev@nami.ru)

Cheranev Svyatoslav Vasilyevich, Center of Agricultural Engineering, Central research and development automobile and engine institute NAMI, 125438, Moscow, Avtomotornaya St., 2, +7 495 456-42-50, ext. 65-28, E-mail: [svyatoslav.cheranev@nami.ru](mailto:svyatoslav.cheranev@nami.ru)

Kolomeichenko Aleksandr Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Center of Agricultural Engineering, Central research and development automobile and engine institute NAMI, 125438, Moscow, Avtomotornaya St., 2, +7 495 456-42-50, ext. 65-28, E-mail: [a.kolomiychenko@nami.ru](mailto:a.kolomiychenko@nami.ru)

Gerasimov Mikhail Yevgenyevich, Candidate of Economical Sciences, Center of Agricultural Engineering, Central research and development automobile and engine institute NAMI, 125438, Moscow, Avtomotornaya St., 2, +7 495 456-42-50, ext. 65-28, E-mail: [mihail.gerasimov@nami.ru](mailto:mihail.gerasimov@nami.ru)

Gromov Vyacheslav Alexandrovich, Center of Agricultural Engineering, Central research and development automobile and engine institute NAMI, 125438, Moscow, Avtomotornaya St., 2, +7 495 456-42-50, ext. 65-28, E-mail: [vyacheslav.gromov@nami.ru](mailto:vyacheslav.gromov@nami.ru)

**ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ  
ПРЕДПРИЯТИЯМИ АПК И СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛА**  
УДК 338.431:330

*В.Л. Аничин, А.И. Добрунова, Н.П. Епифанцев*

## **БЮДЖЕТНЫЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**

**Аннотация.** Устойчивое развитие сельских территорий предполагает расширенное воспроизводство во всех сферах, включая экономическую, социальную и экологическую. Важнейшим источником финансирования деятельности по этим направлениям выступают доходы бюджетов сельских поселений. Исходными данными выполненного исследования послужили общедоступные данные о доходах бюджетов сельских поселений Белгородского района Белгородской области. Теоретической базой исследования являются труды отечественных ученых и специалистов по вопросам устойчивого развития сельских территорий, формирования доходов бюджетов сельских поселений. Предметом исследования служит влияние территориального расположения, плотности населения и других особенностей сельских поселений на доходы местных бюджетов. Исследование проведено для проверки гипотезы о том, что имеется значительная дифференциация сельских территорий по возможностям устойчивого развития, определяемых бюджетными поступлениями. Источником информации служила «База данных показателей муниципальных образований», размещенная на сайте Федеральной службы государственной статистики [https://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/bd\\_munst/munst.htm](https://www.gks.ru/free_doc/new_site/bd_munst/munst.htm). Собранные данные обрабатывались методом статистической группировки, путем расчета средних величин и показателей вариации, методами парного и множественного корреляционно-регрессионного анализа. Различное сочетание существенных признаков доходной части бюджетов сельских поселений позволило выделить 3 типические группы сельских поселений: 1) сельские поселения с преобладанием налоговых доходов; 2) сельские поселения с преобладанием безвозмездных поступлений; 3) сельские поселения с сопоставимыми по размерам налоговыми доходами и безвозмездными поступлениями. Установлено влияние на абсолютные и удельные показатели доходной части бюджетов сельских поселений следующих факторов: кадастровая стоимость земли, уровня имущественного состояния физических лиц, постоянно проживающих на территории сельского поселения. Полученные результаты следует использовать при разработке региональных программ устойчивого развития сельских территорий.

**Ключевые слова:** бюджеты сельских поселений, устойчивое развитие, сельские территории, метод группировок, корреляционно-регрессионный анализ.

### **BUDGETARY ASPECTS OF SUSTAINABLE RURAL DEVELOPMENT**

**Abstract.** Sustainable development of rural areas implies expanded reproduction in all spheres, including economic, social and environmental. The most important source of financing in these areas is the budget revenues of rural settlements. The initial data of the study were publicly available data on budget revenues of rural settlements in the Belurban district of the Belgorod region. The theoretical basis of the research is the works of domestic scientists and specialists on the issues of sustainable development of rural territories, income generation of rural settlements' budgets. The subject of the study is the influence of the territorial location, population density and other features of rural settlements on local budget revenues. The study was conducted to test the hypothesis that there is a significant differentiation of rural areas in terms of opportunities for sustainable development, determined by budget revenues. The source of information was the "database of indicators of municipalities", published on the website of the Federal state statistics service [https://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/bd\\_munst/munst.htm](https://www.gks.ru/free_doc/new_site/bd_munst/munst.htm) the Collected data were processed by statistical grouping, by calculating the average values and indicators of variation, by methods of paired and multiple correlation and regression analysis. A different combination of essential features of the revenue part of the budgets of rural settlements allowed us to distinguish 3 typical groups of rural settlements: 1) rural settlements with a predominance of tax revenues; 2) rural settlements with a predominance of gratuitous receipts; 3) rural settlements with comparable tax revenues and gratuitous receipts. The influence of the following factors on the absolute and specific indicators of the revenue part of the budgets of rural settlements has been established : the cadastral value of land, the level of property status of individuals permanently residing in the territory of a rural settlement. The results obtained should be used in the development of regional programs for sustainable rural development.

**Keywords:** budgets of rural settlements , sustainable development, rural territories, grouping method, correlation and regression analysis.

**Введение.** Устойчивое развитие сельских территорий означает расширенное воспроизводство во всех сферах, включая экономическую, социальную и экологическую [6]. Важнейшим источником финансирования деятельности по этим направлениям выступают доходы бюджетов сельских поселений. Расходная часть местных бюджетов включают следующие статьи: национальная экономика, национальная безопасность и правоохранительная деятель-

ность, дорожное хозяйство, жилищно-коммунальное хозяйство, культура, кинематография, здравоохранение, физическая культура и спорт, социальная политика. Выделение средств на указанные статьи расходов во многом зависит от наполняемости бюджета. Далеко не все сельские поселения в достаточной мере финансируют развитие здравоохранения, физкультуры и спорта.

При этом первое, что бросается в глаза при анализе доходной части бюджета сельского муниципального образования, это значительная доля собственных доходов. В среднем по сельским поселениям Белгородского района по итогам 2018 г. она составила 99,4%. На проверку оказывается, что в паспорте применяется терминология Бюджетного кодекса РФ, согласно которому (ст. 47) к собственным доходам бюджетов относятся налоговые и неналоговые доходы, также безвозмездные поступления, за исключением субвенций [2]. Неоправданно оптимистичную стилистику этой терминологии отмечает ряд авторов [1, 8]. В таком контексте высказанное А.Ф. Шуплевым и А.В. Бокаевым предложение довести долю собственных доходов местных бюджетов в их общих доходах до 75% в целях укрепления экономической базы села [7] представляется неактуальным. Исходя из существующих потребностей в развитии социально-экономической инфраструктуры сельских территорий важно в первую очередь обеспечить достаточный объем поступлений в бюджеты субъектов, финансирующих это развитие, а какое при этом будет соотношение источников поступлений – вопрос второстепенный.

С другой стороны, очевидно, что многие авторы хотели бы видеть в структуре поступлений в бюджеты сельских поселений преобладающую долю налоговых доходов, поскольку они более чем другие стабильны и, соответственно легко прогнозируются, что удобно при разработке среднесрочных и долгосрочных планов.

Распространенное мнение, которое в частности высказывает Д.В. Дементьев, о том, что действующая налоговая и бюджетная система в настоящее время не позволяет осуществить повышение финансовой независимости бюджетов сельских поселений за счет увеличения налоговых поступлений [4], вуалирует указанную выше полезность преобладающей доли налоговых доходов, поскольку финансовая независимость бюджетов сельских поселений столь же искусственная конструкция как, например суверенитет последних.

Более конструктивным представляется подход, предполагающий разграничение доходов по функциональному признаку (налоговые, неналоговые, безвозмездные поступления), позволяющий анализировать специфику формирования доходной части бюджетов сельских поселений, выделять типичные соотношения различных доходов с учетом особенностей территориального расположения и развития сельских территорий.

**Изложение основного материала исследований и их обсуждение.** Эмпирической базой исследования послужила информация о социально-экономическом состоянии сельских поселений Белгородского района, размещенная на сайте Федеральной службы государственной статистики.

В таблице 1 представлена обобщенная информация по 21 сельскому поселению, из которой следует, что основными источниками пополнения местных бюджетов служат налоговые доходы и безвозмездные поступления.

Обращает на себя внимание значительная вариация доходной части бюджета как в расчете на одного постоянного жителя, так и в расчете на 1 га площади сельского поселения. Удельный бюджет на одного жителя в 2018 г. в разрезе сельских поселений варьировал в интервале 3513...12075 руб., на один га территории – в интервале 954...32653 руб. Коэффициент вариации составил соответственно 34,5 и 34,0%. Столь значительная дифференциация свидетельствует, с одной стороны, о различных финансовых возможностях сельских поселений в развитии социально-экономической инфраструктуры сельских территорий, а с другой – об имеющихся возможностях у публичной власти концентрировать финансовые ресурсы для реализации проектов на тех территориях, которые требуют первоочередных инфраструктурных инвестиций.



Таблица 1 – Показатели доходной части бюджетов сельских поселений Белгородского района Белгородской области в 2018 г.

Показатели	Беломестное	Бессоновское	Веселоголопанское	Головинское	Ериковское	Журавлевское	Комсомольское	Краснооктябрьское	Крутолотское	Майское	Никольское	Новосадловское	Малиновское	Пушкарское	Среднецкое	Тавровское	Хохловское	Дубовское	Щегиновское	Яснозоренское	Беловское	
Всего доходов, тыс. руб.	44160	35309	33700	12358	5996	12821	17612	12710	17005	38002	15276	44655	9715	22161	50405	39460	6850	137078	12172	22105	17025	
Налоговые доходы, тыс. руб.	18791	6574	33264	5253	2900	2285	6707	7493	6345	37142	14342	41703	1463	16789	49076	38387	2952	134711	643	3424	12812	
Неналоговые доходы, тыс. руб.	2	0	16	117	0	79	1043	70	0	49	0	2600	54	6	0	766	24	740	49	184	104	
Безвозмездные поступления, тыс. руб.	25367	28735	420	6988	3096	10457	9862	5147	10660	811	934	352	8198	5366	1329	307	3874	1627	11480	18497	4109	
Среднегодовая численность постоянного населения, чел	4028	4668	3156	1636	774	1424	2410	3309	1922	10817	3159	5982	1745	3997	8587	5382	1309	11523	1008	3321	3859	
Общая площадь земель муниципального образования, га	6286	5590	2022	9425	4204	5963	8556	4145	6253	6102	5626	2296	6208	4198	6411	14679	6131	6286	5590	2022	9425	
Приходится доходов бюджета поселения, руб.:																						
на 1 постоянного жителя	10963	7564	10678	7554	7747	9004	7308	3841	8848	3513	4836	7465	5567	5544	5870	7332	5233	11896	12075	6656	4412	
на 1 га площади сельского поселения	10210	2153	8242	1326	954	2294	8710	1349	4045	6373	1785	10773	1554	3632	8959	17186	1103	32653	1899	1506	2777	

Различия в структуре доходной части бюджета сельских поселений позволяет выделить в их составе три типические группы: 1) сельские поселения с преобладанием налоговых доходов; 2) сельские поселения с преобладанием безвозмездных поступлений; 3) сельские поселения с сопоставимыми по размерам налоговыми доходами и безвозмездными поступлениями (таблица 2).

**Таблица 2 – Группы сельских поселений по соотношению налоговых и безвозмездных поступлений**

Группы сельских поселений	Доля налоговых поступлений в доходной части бюджета, %	Название сельских поселений
1. Сельские поселения с преобладанием налоговых доходов	> 60	Веселолопанское Майское Никольское Новосадовское Пушкарское Стрелецкое Тавровское Дубовское Беловское
2. Сельские поселения с преобладанием безвозмездных поступлений	< 40	Бессоновское Журавлевское Крутологское Малиновское Щетиновское Яснозоренское
3. Сельские поселения с сопоставимыми по размерам налоговыми доходами и безвозмездными поступлениями	40 - 60	Беломестное Головинское Ериковское Комсомольское Краснооктябрьское Хохловское

В первую группу входят сельские поселения, территориально расположенные в непосредственной близости от областного центра. В большинстве своем это пригороды, экономически активное население которых занято преимущественно в областном центре.

Вторая группа включает сельские поселения, территориально удаленные от областного центра, экономически активное население которых занято на предприятиях АПК.

Третья группа включает сельские поселения, занимающие промежуточное положение, как по территориальному расположению, так и по структуре занятости экономически активного населения.

Поскольку основным группировочным признаком в нашем исследовании выступает доля налоговых платежей, следует более детально остановиться на их составе.

Согласно Бюджетному кодексу РФ, в бюджеты сельских поселений подлежат зачислению налоговые доходы от земельного налога и налога на имущество физических лиц (по нормативу 100%), а также налоговые доходы от налога на доходы физических лиц (по нормативу 2%) и единого сельскохозяйственного налога (по нормативу 30%), налоговые доходы от государственной пошлины за совершение нотариальных действий должностными лицами органов местного самоуправления сельского поселения (по нормативу 100%), государственной пошлины за выдачу органом местного самоуправления сельского поселения специального разрешения на движение по автомобильной дороге транспортного средства, осуществляющего перевозки опасных, тяжеловесных и (или) крупногабаритных грузов, в случае отнесения дорожной деятельности к вопросам местного значения (по нормативу 100%) [2].

Судя по данным таблицы 3, в структуре налоговых доходов во всех группах сельских поселений преобладают отчисления по земельному налогу.

**Таблица 3 – Структура налоговых доходов, в % к сумме налоговых поступлений в бюджет поселения**

	Налог на доходы физических лиц	Единый сельскохозяйственный налог	Налог на имущество физических лиц	Земельный налог	Государственная пошлина
<b>1. Сельские поселения с преобладанием налоговых доходов</b>					
Веселолопанское	1,4	0,0	3,3	95,3	0,0
Майское	6,5	0,2	22,4	71,0	0,0
Никольское	1,9	0,0	27,4	70,6	0,0
Новосадовское	2,0	0,0	23,7	74,3	0,0
Пушкарское	1,5	0,2	10,2	88,0	0,0
Стрелецкое	3,1	0,0	17,6	79,3	0,1
Тавровское	3,0	0,0	51,7	45,3	0,0
Дубовское	3,2	0,1	15,5	81,2	0,0
Беловское	3,1	0,1	13,2	83,5	0,1
В среднем по группе	2,9	0,1	20,6	76,5	0,0
<b>2. Сельские поселения с преобладанием безвозмездных поступлений</b>					
Беломестное	7,0	0,0	16,9	76,1	0,0
Головинское	7,4	0,1	26,5	66,0	0,1
Ериковское	3,9	0,0	7,4	88,7	0,0
Комсомольское	2,2	2,0	32,0	63,8	0,0
Краснооктябрьское	7,7	0,1	9,1	82,8	0,3
Хохловское	7,6	0,0	12,3	80,0	0,1
В среднем по группе	6,0	0,4	17,4	76,2	0,1
<b>3. Сельские поселения с сопоставимыми по размерам налоговыми доходами и безвозмездными поступлениями</b>					
Бессоновское	23,7	0,0	11,9	63,7	0,7
Журавлевское	17,9	2,2	7,7	72,2	0,1
Крутологское	2,5	1,6	15,0	80,9	0,1
Малиновское	10,0	4,2	43,3	42,1	0,3
Щетиновское	21,9	0,0	16,5	60,2	1,4
Ясноренское	9,8	0,0	30,0	59,6	0,5
В среднем по группе	14,3	1,3	20,7	63,1	0,5

Средние значения по группам в табл. 3 рассчитывались по формуле арифметической простой.

Единый сельскохозяйственный налог и государственная пошлина не имеют экономического значения как факторы формирования бюджетов сельских поселений Белгородского района. Наименьшее значение налога на доходы физических лиц наблюдается по первой группе сельских поселений, наибольшее – по третьей группе.

Таким образом, в 2018 г. основной составляющей налоговых платежей в бюджеты сельских поселений Белгородского района был земельный налог, в особенности – в первой и второй группах сельских поселений.

В ситуации, когда сельские поселения заметно различаются по занимаемой площади и численности населения, сравнительный анализ доходной части бюджетов сельских поселений следует проводить с использованием удельных показателей. В таблице 4 в разрезе выделенных групп сельских поселений представлены доходы бюджетов сельских поселений в расчете на одного постоянного жителя.

Средние значения по группам рассчитывались по формуле арифметической взвешенной.

**Таблица 4 – Доходы бюджетов сельских поселений в расчете на одного постоянного жителя в 2018 г., руб.**

	Всего	Налоговые доходы	Неналоговые доходы	Безвозмездные поступления
<b>1. Сельские поселения с преобладанием налоговых доходов</b>				
Веселолопанское	10678	10540	5	133
Майское	3513	3434	5	75
Никольское	4836	4540	0	296
Новосадовское	7465	6971	435	59
Пушкарское	5544	4200	2	1343
Стрелецкое	5870	5715	0	155
Тавровское	7332	7132	142	57
Дубовское	11896	11691	64	141
Беловское	4412	3320	27	1065
В среднем по группе	7045	6699	76	270
<b>2. Сельские поселения с преобладанием безвозмездных поступлений</b>				
Беломестное	10963	4665	0	6298
Головинское	7554	3211	72	4271
Ериковское	7747	3747	0	4000
Комсомольское	7308	2783	433	4092
Краснооктябрьское	3841	2264	21	1555
Хохловское	5233	2255	18	2960
В среднем по группе	7403	3275	93	4035
<b>3. Сельские поселения с сопоставимыми по размерам налоговыми доходами и безвозмездными поступлениями</b>				
Бессоновское	7564	1408	0	6156
Журавлевское	9004	1605	55	7343
Крутологское	8848	3301	0	5546
Малиновское	5567	838	31	4698
Щетиновское	12075	638	49	11389
Яснозоренское	6656	1031	55	5570
В среднем по группе	7746	1472	26	6248

Анализ данных, представленных в табл. 4, свидетельствует, что групповые средние по совокупности бюджетных доходов в расчете на одного жителя являются вполне сопоставимыми в отличие от средних показателей по налоговым доходам, неналоговым доходам и безвозмездным поступлениям, которые заметно различаются.

Превосходство первой группы сельских поселений по величине удельных налоговых поступлений с учетом выявленного ранее доминирования земельного налога в их структуре объясняется более высокой кадастровой стоимостью земель, расположенных в пригородной зоне.

В таблице 5 в разрезе выделенных групп сельских поселений представлены доходы бюджетов сельских поселений в расчете на 1 га территории. Здесь имеют место существенные различия по всем позициям. Наибольший удельный бюджетный доход наблюдается в среднем по первой группе. Он превышает аналогичные показатели по второй и третьей группе в 3-4 раза. По удельным налоговым доходам отрыв первой группы еще больше.

Третья группа сельских поселений заметно превосходит средние показатели первой и второй групп по удельным безвозмездным поступлениям.

По неналоговым доходам самые высокие удельные показатели имеют место в первой группе.

**Таблица 5 – Доходы бюджетов сельских поселений в расчете на 1 га территории в 2018 г., руб.**

	Всего	Налоговые доходы	Неналоговые доходы	Безвозмездные поступления
<b>1. Сельские поселения с преобладанием налоговых доходов</b>				
Веселолопанское	8242	8135	4	103
Майское	6373	6229	8	136
Никольское	1785	1676	0	109
Новосадовское	10773	10061	627	85
Пушкарское	3632	2751	1	879
Стрелецкое	8959	8723	0	236
Тавровское	17186	16719	334	134
Дубовское	32653	32089	176	388
Беловское	2777	2090	17	670
В среднем по группе	8444	8029	91	324
<b>2. Сельские поселения с преобладанием безвозмездных поступлений</b>				
Беломестное	10210	4345	0	5865
Головинское	1326	564	13	750
Ериковское	954	461	0	493
Комсомольское	8710	3317	516	4877
Краснооктябрьское	1349	795	7	546
Хохловское	1103	476	4	624
В среднем по группе	2652	1173	33	1446
<b>3. Сельские поселения с сопоставимыми по размерам налоговыми доходами и безвозмездными поступлениями</b>				
Бессоновское	2153	401	0	1752
Журавлевское	2294	409	14	1871
Крутологское	4045	1509	0	2536
Малиновское	1554	234	9	1311
Щетиновское	1899	100	8	1791
Яснозоренское	1506	233	13	1260
В среднем по группе	2038	387	7	1644

Принимая во внимание то, что удельные бюджетные доходы (налоговые + неналоговые + безвозмездные) в расчете на одного постоянного жителя различаются незначительно, а в расчете на 1 га территории сельского поселения первая группа явно выделяется, имеются основания предположить, что одним из существенных факторов наполняемости бюджетов сельских поселений служит плотность населения.

Выполненный парный корреляционно-регрессионный анализ позволил установить статистически значимую нелинейную зависимость между плотностью населения сельских поселений и долей налоговых поступлений в бюджеты сельских поселений. Полученное уравнение регрессии имеет вид

$$Y = 21,2091 + 0,6649 \times X - 0,0014 \times X^2, \tag{1}$$

где Y – доля налоговых поступлений в бюджеты сельских поселений, %;

X – плотность населения сельских поселений, чел / км<sup>2</sup>.

Индекс корреляции установленной связи составляет 0,732, а индекс детерминации 0,536 (при уровне значимости p=0,001), что свидетельствует о том, что полученное уравнение объясняет 53,6% вариации доли налоговых поступлений за счет различий в плотности населения.

График зависимости представлен на рисунке 1.

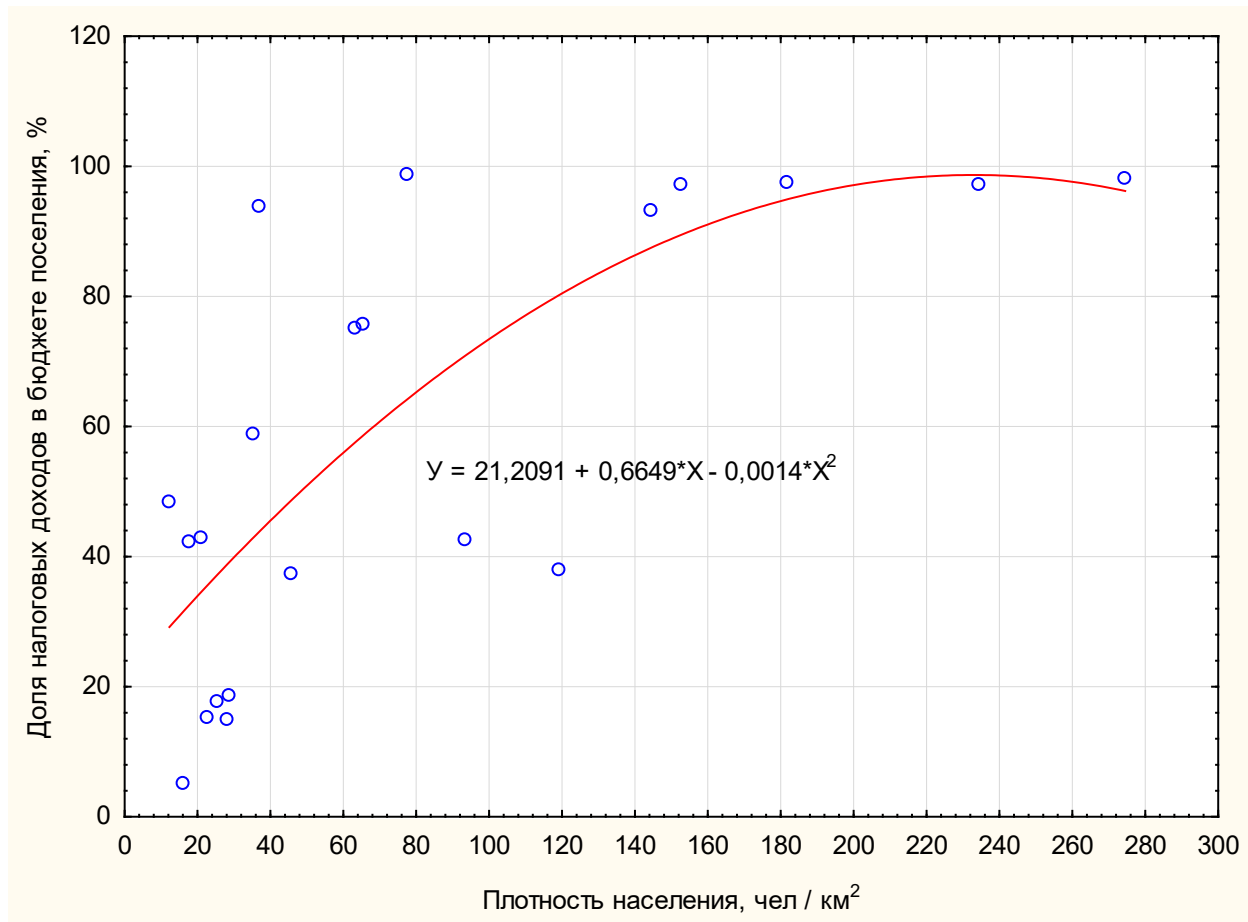


Рис. 1. Зависимость доли налоговых поступлений в бюджете поселения от плотности населения

Для выявления факторов, оказывающих существенное влияние на величину доходной части бюджетов сельских поселений проведен множественный корреляционный анализ с использованием программы Statistica 10.0. В качестве отклика рассматривались две переменные:

$Y_1$  – доход бюджета в расчете на 1 га площади сельского поселения, руб.;

$Y_2$  – доход бюджета в расчете на 1 постоянного жителя, руб.

Удельные показатели здесь уместны в связи с тем, что анализируемые сельские поселения различаются как по размеру территории, так и по численности постоянного населения.

В качестве факторов выступали следующие переменные:

$X_1$  – Земельный налог в расчете на 1 га, руб.;

$X_2$  – Налог на имущество в расчете на одного постоянного жителя, руб.;

$X_3$  – Плотность населения, чел/ кв. км;

$X_4$  – НДФЛ в расчете на одного постоянного жителя, руб.

Пошаговая процедура формирования множественной регрессионной модели влияния факторов на доходы бюджетов сельских поселений в расчете на 1 га площади сельского поселения с исключением несущественных факторов позволила получить модель, параметры которой представлены в таблице 6.

**Таблица 6 – Параметры множественной регрессионной модели влияния факторов на удельный доход бюджета (в расчете на 1 га площади сельского поселения), руб.**

Факторы	БЕТА	В	t(18)	p-знач.
Земельный налог в расчете на 1 га, руб.	0,827912	1,0580	13,18701	0,000000
Налог на имущество в расчете на одного постоянного жителя, руб.	0,234385	2,1227	3,73329	0,001522
Пересечение		753,5591	1,40529	0,176959
R= 0,975, R <sup>2</sup> = 0,950, F(2,18)=169,88, p<0,000				

Первая множественная регрессионная модель имеет вид

$$Y_1 = 753,6 + 1,058 \times X_1 + 2,122 \times X_2. \quad (2)$$

Существенное прямое влияние на доходы бюджетов сельских поселений в расчете на 1 га площади сельского поселения оказывают земельный налог в расчете на 1 га (данный фактор является функцией кадастровой стоимости земли) и налог на имущество в расчете на одного постоянного жителя (фактор является функцией уровня имущественного состояния физических лиц, постоянно проживающих на территории сельского поселения).

Пошаговая процедура формирования множественной регрессионной модели влияния факторов на доходы бюджетов сельских поселений в расчете на одного постоянного жителя сельского поселения с последовательным включением факторов позволила получить модель, параметры которой представлены в таблице 7.

**Таблица 7 – Параметры множественной регрессионной модели влияния факторов на удельный доход бюджета (в расчете на одного постоянного жителя сельского поселения), руб.**

Факторы	БЕТА	В	t(17)	p-знач.
НДФЛ в расчете на одного постоянного жителя, руб.	0,273	7,438	1,23	0,234
Земельный налог в расчете на 1 га, руб.	0,786	0,341	2,10	0,051
Плотность населения, чел/ кв. км	-0,613	-20,329	-1,72	0,103
Пересечение		6452,7	5,39	0,000
R= 0,58663368, R <sup>2</sup> = 0,34413907, F(3,17)=2,9734, p<0,06				

Вторая множественная регрессионная модель имеет вид

$$Y_2 = 6452,7 + 0,341 \times X_1 - 20,329 \times X_3 + 7,438 \times X_4. \quad (3)$$

Существенное прямое влияние на доходы бюджетов сельских поселений в расчете на одного постоянного жителя сельского поселения оказывают земельный налог в расчете на 1 га и налог на доходы физических лиц в расчете на одного постоянного жителя. Обратное влияние на отклик оказывает плотность населения.

**Выводы.** Нет никакой необходимости ставить вопрос о финансовой независимости местных и любых других бюджетов, кроме федерального бюджета. Следует признать термин «собственные источники» бюджета сельского поселения некорректным. Разграничивать доходы бюджета на собственные и несобственные контрпродуктивно, поскольку их состав и объем в значительной мере определяется действующим законодательством.

Конструктивным является анализ доходов по функциональному признаку (налоговые, неналоговые, безвозмездные поступления), позволяющий выявить специфику формирования доходной части бюджетов сельских поселений, и с учетом различных типов оценить перспективы устойчивого развития сельских территорий.

Установлено, что на абсолютные и удельные показатели доходной части бюджетов сельских поселений наиболее существенно влияют кадастровая стоимость земли и уровень имущественного состояния физических лиц, постоянно проживающих на территории сель-

ского поселения. Полученные результаты следует использовать при разработке региональных программ устойчивого развития сельских территорий.

#### Библиография

1. Адуков Р.Х. Проблемы и пути совершенствования местного самоуправления на селе / Р.Х. Адуков, А.Н. Адукова // Местное самоуправление в Российской Федерации. 2007. № 7. С. 59-67.
2. Бюджетный кодекс Российской Федерации / Федеральный закон № 145-ФЗ от 31.07.1998 (ред. от 27.12.2019) [Электронный ресурс].– Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19702/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19702/)
3. Данилова М.Н. Рост бюджетного обеспечения как фактор устойчивого развития сельских территорий / М.Н. Данилова, Е.В. Уфимцева, Ю.В. Подопривога, М.А. Максимова // Муниципалитет: экономика и управление. 2018. № 3 (24). С. 51-59.
4. Дементьев Д.В. Оценка финансового состояния бюджетов поселений / Д.В. Дементьев // Современные тенденции развития науки и технологий. 2017. № 2-8. С. 38-41.
5. Паспорт муниципального образования [Электронный ресурс].– Режим доступа: [https://www.gks.ru/scripts/db\\_inet2/passport/munr.aspx?base=munst14](https://www.gks.ru/scripts/db_inet2/passport/munr.aspx?base=munst14)
6. Турьянский А.В. Предложения по уточнению целевых показателей развития сельских территорий / А.В. Турьянский, В.Л. Аничин, А.И. Добрунова // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. № 8. С. 38-42.
7. Шуплецов А.Ф. К вопросу устойчивого развития сельских муниципальных образований (на примере Иркутской области) / А.Ф. Шуплецов, А.В. Бокаев // Известия Иркутской государственной экономической академии (Байкальский государственный университет экономики и права). 2012. № 2. С. 8.
8. Юрченко Т.В. Доходы бюджетов сельских поселений как фактор развития сельских территорий / Т.В. Юрченко // Стратегия устойчивого развития регионов России. 2010. № 4. С. 91-96.

#### References

1. Adukov R.H. Problemy i puti sovershenstvovaniya mestnogo samoupravleniya na sele / R.H. Adukov, A.N. Adukova // Mestnoe samoupravlenie v Rossijskoj Federacii. 2007. № 7. S. 59-67.
2. Byudzhjetnyj kodeks Rossijskoj Federacii / Federal'nyj zakon № 145-FZ ot 31.07.1998 (red. ot 27.12.2019) [Elektronnyj resurs].– Rezhim dostupa: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_19702/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19702/)
3. Danilova M.N. Rost byudzhetnogo obespecheniya kak faktor ustojchivogo razvitiya sel'skih territorij / M.N. Danilova, E.V. Ufimceva, YU.V. Podoprivoga, M.A. Maksimova // Municipalitet: ekonomika i upravlenie. 2018. № 3 (24). S. 51-59.
4. Dement'ev D.V. Ocenka finansovogo sostoyaniya byudzhetov poselenij / D.V. Dement'ev // Sovremennye tendencii razvitiya nauki i tekhnologij. 2017. № 2-8. S. 38-41.
5. Pasport municipal'nogo obrazovaniya [Elektronnyj resurs].– Rezhim dostupa: [https://www.gks.ru/scripts/db\\_inet2/passport/munr.aspx?base=munst14](https://www.gks.ru/scripts/db_inet2/passport/munr.aspx?base=munst14)
6. Tur'yanskij A.V. Predlozheniya po utocnениyu celevyh pokazatelej razvitiya sel'skih territorij / A.V. Tur'yanskij, V.L. Anichin, A.I. Dobrunova // Ekonomika sel'skohozyajstvennyh i pererabatyvayushchih predpriyatij. 2017. № 8. S. 38-42.
7. SHuplecov A.F. K voprosu ustojchivogo razvitiya sel'skih municipal'nyh obrazovaniy (na primere Irkutskoj oblasti) / A.F. SHuplecov, A.V. Bokaev // Izvestiya Irkutskoj gosudarstvennoj ekonomicheskoy aka-demii (Bajkal'skij gosudarstvennyj universitet ekonomiki i prava). 2012. № 2. S. 8.
8. YUrchenko T.V. Dohody byudzhetov sel'skih poselenij kak faktor razvitiya sel'skih territorij / T.V. YUrchenko // Strategiya ustojchivogo razvitiya regionov Rossii. 2010. № 4. S. 91-96.

#### Сведения об авторах

Аничин Владислав Леонидович, доктор экономических наук, профессор кафедры экономической теории и экономики АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+79038860493, e-mail: [vladislavanichin@rambler.ru](mailto:vladislavanichin@rambler.ru)

Добрунова Алина Ивановна, кандидат социологических 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: [dobrunova@mail.ru](mailto:dobrunova@mail.ru)

Епифанцев Никита Павлович, ассистент кафедры экономической теории и экономики АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: [epifancev\\_nikita@mail.ru](mailto:epifancev_nikita@mail.ru)

#### Information about authors

Anichin Vladislav Leonidovich, Doctor of Economics, Professor of the Department of Economic Theory and Economics of the Agro-Industrial Complex, 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. .+79038860493, e-mail: [vladislavanichin@rambler.ru](mailto:vladislavanichin@rambler.ru)

Dobrunova Alina Ivanovna, candidate of sociological sciences, associate professor of the Department of Economic Theory and Economics of the Agro-Industrial Complex, 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: [dobrunova@mail.ru](mailto:dobrunova@mail.ru)

Epifantsev Nikita Pavlovich, assistant of Department of Economic Theory and Economics of Agro-Industrial Complex, 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: [epifancev\\_nikita@mail.ru](mailto:epifancev_nikita@mail.ru).

UDC 338.43

*М.А. Баяндин, Г.Д. Баяндина, А.К. Кунафин, А.Б. Бекмурзаева*

## ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

**Аннотация.** В условиях рыночной экономики основным двигателем развития рынка является малый бизнес и предпринимательство. Более пятидесяти процентов всей мировой продукции приходится на малый и средний бизнес. В Казахстане складывается обратная ситуация. Практически весь казахстанский рынок основывается на крупных предприятиях. Предприятия малого и среднего бизнеса занимают лишь небольшую нишу, при этом большая часть предприятий малого и среднего бизнес сконцентрирована в городах. Одной из главных проблем сельской местности является её отставание в отраслевом развитии от города. В связи с этим, большинство новых инструментов, способствующих развитию малого бизнеса в сельской местности, остаются не востребованными. Поэтому при наличии доступных новых инструментов, их можно успешно внедрять в действие, используя в качестве базы опыт других стран. В статье проанализирован зарубежный опыт и представлены причины низкого уровня развития малого и среднего бизнеса в сельскохозяйственной отрасли экономики. Предложены ключевые моменты, по которым Казахстан отстает от зарубежных стран и по которым должна проводиться поддержка государства. Зарубежный опыт позволяет выделить следующие наиболее важные для Казахстана элементы поддержки малого бизнеса: институциональный характер поддержки, включающий организационное, информационное, правовое, кадровое и финансовое обеспечение; соединение усилий государства, общественных организаций и благотворительных фондов; дифференциацию налогообложения с учётом особенностей сферы деятельности (особое внимание уделяется наукоемким и экологичным технологиям), социального статуса предпринимателей (особые льготы для молодежи, женщин, инвалидов, пенсионеров) и развития региона (льготы для депрессивных регионов); промышленные зоны как сфера сотрудничества крупного и малого бизнеса; отказ от субсидий в пользу косвенных форм стимулирования малого бизнеса. Комплексный подход к развитию сельских поселений Казахстана, опора на местные кадры и инициативу позволят создать необходимые условия для возрождения сел и поселков, их устойчивого развития на долгосрочную перспективу.

**Ключевые слова:** предпринимательство, устойчивое развитие, сельское предпринимательство, поддержка малого бизнеса, развитие сельских поселений.

### FOREIGN EXPERIENCE OF RURAL ENTREPRENEURSHIP DEVELOPMENT

**Abstract.** In a market economy, the main driver of market development is small business and entrepreneurship. More than fifty percent of all world production falls on small and medium-sized enterprises. In Kazakhstan, the situation is opposite. Almost the entire Kazakhstan market is based on large enterprises. Small and medium-sized enterprises occupy only a small niche, while most of the small and medium-sized enterprises are concentrated in cities. One of the main problems of the countryside is its lag in industrial development from the city. In this regard, most of the new tools that contribute to the development of small business in rural areas remain unclaimed. Therefore, if there are new tools available, they can be successfully put into action using the experience of other countries as a base. The article analyzes foreign experience and presents the reasons for the low level of development of small and medium-sized enterprises in the agricultural sector of the economy. Key points are proposed on which Kazakhstan lags behind foreign countries and on which state support should be carried out. Foreign experience allows us to highlight the following elements of small business support that are most important for Kazakhstan: the institutional nature of support, including organizational, informational, legal, personnel and financial support; the combination of efforts of the state, public organizations and charitable foundations; differentiation of taxation taking into account the characteristics of the field of activity (special attention is paid to high-tech and environmentally friendly technologies), the social status of entrepreneurs (special benefits for youth, women, disabled people, pensioners) and regional development (benefits for depressed regions); industrial zones as a sphere of cooperation between large and small enterprises; refusal of subsidies in favor of indirect forms of stimulation of small business. An integrated approach to the development of rural settlements and villages in Kazakhstan, reliance on local personnel and initiative will create the necessary conditions for the revival of villages and towns, their sustainable development in the long term.

**Keywords:** entrepreneurship, sustainable development, rural entrepreneurship, small business support, rural development.

**Introduction.** In Kazakhstan, there are 6454 rural settlements. 7697 thousand people live in them, almost 42% of the country's population are rural residents. The rural population of Kazakhstan is the basis for sustainable development of the agro-industrial complex [1, p. 9].

The effective development of rural settlements, improving the quality of life in rural areas is the main condition for maintaining and enhancing the successes of the agricultural sector of the Republic of Kazakhstan.

Rural territories act as promising objects for the development of agribusiness and entrepreneurship in order to diversify the rural economy and increase the well-being of rural residents.

The work of domestic and foreign scientists is devoted to the study of rural development experience, including Z. Jumaliyeva, Z. Suleimenov, G. Kurganbayeva, D. Kaliyeva, I. Ushachev, I. Sandu, A. Polukhin, A. Altukhov, F. Arunyunyan, L. Golovina, O. Dyachenko, O. Yakovleva, S. Klimova, A. Kozlov, L. Ovchintseva, V. Saraikin, A. Rezvyakov, E. Surovtseva, N. Proka, R. Adukov, K. Voloshenko, R. Gazizov, T. Mozherina, N. Morozova, V. Jurseniene and many others.

The purpose of this publication is to study regional approaches to the development of rural settlements of foreign countries based on an analysis of entrepreneurship development.

As world practice shows, the most effective approach combines the use of support tools «direct action», providing a quick effect and the creation of favorable conditions for economic growth [2].

**Main body.** The main task of our time is to ensure food security. One of the main ways to ensure food security is to support domestic agriculture. In Kazakhstan, there is currently no clear-cut policy in the field of the development of agro-industrial infrastructure aimed at the long term, and the level of support for agriculture is significantly lower than the level of developed countries, which significantly limits the physical and economic access of the population to high-quality food products. In this regard, it is advisable to look at the ways in which agricultural development is supported in foreign countries [3, p.14].

First of all, we will consider the experience of the Russian Federation. We will identify the most significant problems of small and medium-sized enterprises in the agricultural sector of Russia. Among others we will highlight the main problematic issues:

- lack of material and technical base for the development of entrepreneurial activity in the countryside;
- contradictory legislative framework that cannot protect the interests of small business;
- low coordination between services and low level of infrastructure development, which impedes the development of the agricultural business;
- lack of production sales channels;
- lack of opportunities for quality training;
- complex legal prospects;
- weak information support.

One of the main problems of the countryside is its lag in industry development from the city. Because of this, most of the new tools that facilitate the development of small business in rural areas remain unclaimed [4, p. 51-54].

Small business forms have a number of advantages over large enterprises, but in rural areas they are poorly developed, since there is no worthy competition. Large manufacturers are poorly adapted to regional needs, but there is practically no noticeable local manufacturers behind an active advertising campaign [5].

Large and small enterprises in the regions are dependent on each other - if there is at least one large enterprise in the subject, small business also develops, since there is a steady demand for related services. The main problem is that in rural areas there are practically no large enterprises. Almost the entire small and medium business is represented by small forms of management and is a family business.

There is a peculiarity of small forms of managing and their instability in comparison with large business [6]. It should be noted that, despite the fact that large enterprises are less vulnerable to economic fluctuations, small enterprises are more adapted to market changes and have the potential to reorganize according to new market requirements [7].

Small business in rural areas is mainly aimed at providing for their own needs and mainly concerns food supply. Since most of the regions of the Russian Federation are agricultural regions, therefore, the activity of small enterprises in the countryside is focused directly on servicing the agricultural sector. Thus, the opportunities of small and medium-sized enterprises in the countryside are limited by the agricultural sector.

At the same time, there is a need for the development of social services in the countryside. There is an urgent need to attract qualified personnel to agribusiness, which will increase the competitiveness of the industry by improving the quality of service. Small business development will saturate the domestic market with goods and establish a social services sector, creating additional job places [8, p.303].

Analyzing the world experience in the development of rural settlements, it can be noted that most successful projects relied on the development of entrepreneurship and the support of small business in rural settlements. In addition, a significant number of successful projects have developed local agricultural and industrial production, as well as tourism and the cultural potential of rural settlements, including the restoration and return to economic circulation of historic buildings [2].

The development of rural territories is one of the most important areas of activity of the European Union (EU), leading an active policy of their balanced development along with urban ones [9, p.9]. Rural territories in the EU are conditionally divided into three categories: predominantly rural, intermediate and predominantly urban areas, the areas of which are differentiated. According to the latest data: predominantly rural areas occupy the largest share in the structure of the total area – 51,8%. However, the population living in this territory is the smallest and amounts to 22,3% of the total population of rural areas. The concentration of the population is observed in predominantly urban regions and amounts to 42,7%. This contributes to the development of the suburban areas of the EU member states, providing an overwhelming share of gross value added (53%) and a high level of employment (44,8%). In accordance with table, EU rural development programs have been developed for the period 2014-2020 and aimed at solving a number of economic, environmental and social problems [10].

**Table – Volumes and structure of financing of EU countries rural development programs in 2014-2020**

Country	Number of existing programs	The amount of financing, million euros	% of total EU funding
Belgium	2	648	0,7
Bulgaria	1	2367	2,4
Czech Republic	1	2306	2,3
Denmark	1	919	0,9
Germany	15	9446	9,5
Estonia	1	823	0,8
Ireland	1	2191	2,2
Greece	1	4718	4,7
Spain	19	8297	8,4
France	30	11385	11,5
Croatia	1	2026	2,0
Italy	23	10444	10,5
Cyprus	1	132	0,1
Latvia	1	1076	1,1
Lithuania	1	1613	1,6
Luxembourg	1	101	0,1
Hungary	1	3431	3,5
Malta	1	97	0,1
Netherlands	1	765	0,8
Austria	2	3938	4,0
Poland	1	8698	8,8
Portugal	3	4058	4,1
Romania	1	8128	8,2
Slovenia	1	838	0,8
Slovakia	1	1560	1,6
Finland	2	2380	2,4
Sweden	1	1764	1,8
United Kingdom	4	5200	5,2
Total EU	118	99349	100,0

Note – compiled by the authors according to the source [10]

Even those countries that do not have sufficient natural conditions for farming, such as Switzerland, strive to guarantee food self-sufficiency of at least 60%, while this could not be achieved by them in a competitive market under the influence of countries with more convenient natural conditions and more high economic potential. So, the USA, which has huge natural and economic potential in this field of production, is advocate of free trade in agricultural products. With these advantages, the United States seeks to eliminate barriers to promoting its products on the markets of other countries, promoting the slogan of free competition. In addition to customs duties, compensating fees, excise taxes, various taxes and non-tax restrictions in the form of quotas, as one of the ways to ensure food security, help protect the domestic agricultural market from the external environment [3, p.14-15].

The rural territory acts as one of the most important components of the regional socio-economic system and performs the following national economic functions: production – ensuring the satisfaction of society's needs for food and agricultural raw materials for the needs of other sectors of the economy; demographic – the basis for the reproduction of the rural population, providing the agricultural sector with labor resources; social - the preservation of rural lifestyles, rural communities, rural lifestyles; cultural and ethnic – the preservation of language and culture, traditions, rites, history; environmental (ecological) – maintaining the ecological balance in agrobiocenosis, the maintenance of reserves, nature reserves, parks, landscapes; spatial and communication - placement and maintenance of roads, power lines, communications, water supply and other utilities; recreational - creation of conditions for rest, restoration of spiritual and physical forces of both rural and urban population; moral – the preservation and strengthening of moral potential, spiritual wealth and public health, the education of patriotism. In addition, rural areas act as promising objects for the development of agribusiness and entrepreneurship in order to diversify the rural economy and increase the well-being of rural residents [9, p.9].

The following key points are identified by which Kazakhstan lags behind foreign countries and by which state support should be carried out:

Financial support: in Canada, the allocated loan for ten years does not exceed \$250 thousand at 2-3 percent per annum. In other cases, by partially compensating for any loan loss, the government makes it easier for small enterprises to get a loan. In Korea, government funds to support SMEs are spent in three areas: providing soft loans (up to 8 years and interest rate 2.5-3% lower than banking), developing and introducing new technologies, and replenishing working capital. In Japan, loans can be obtained at 2-4% – stimulating the cooperative activity of SMEs, when the unification of small enterprises into cooperatives is encouraged (a purely Japanese approach, meaning that you can get land, soft loans for the development of new technologies, for transport, general parking for cars and etc.). In Singapore, a loan is applied at a rate of 5% per annum when obtaining a loan for up to 4 years, and 6,5% when obtaining a long-term loan. Special concessional lending is provided for small companies, the number of employees of which does not exceed 10 people. The credit and banking system of Singapore unites about 700 different financial organizations, including 122 commercial banks (of which 116 are foreign), 7 financial and 146 insurance companies [11].

Institutional support: Kazakhstan needs to strengthen the role of existing development institutions, activities that are directly related to the development of small and medium-sized enterprises. The current system of support for development institutions does not fully cover the demand from SMEs. Finland has an extensive network (with branches in the regions) of development institutions. A group of seven development institutions whose activities are directly related to small and medium-sized enterprises provide a wide range of public services. In Korea, 15 organizations are involved in small business regulation; most of them are government. Two banks and two small business-oriented funds have been established. It should be noted that large foreign trade structures are engaged in stimulating the export of products of small enterprises. They research the market, provide entrepreneurs with information, help enter the world market, and work on tax cuts, customs tariffs and soft loan rates. An extensive system of specialized institutions has been created in Japan, operating both at the national and regional levels: the State Small Business Financing Corporation

(59 branches), the National Finance Corporation (102 branches), and the Central Bank for Trade and Industrial Cooperation (117 branches).

Innovative support:

- state programs of financial and technical support for innovative SMEs performing R&D on the topics of government organizations (USA, Japan, Great Britain, India, China and other countries);
- direct financing (subsidies, loans), which reach 50% of the cost of creating new products and technologies (France, USA and others);
- provision of loans, including without interest payments (Sweden); non-repayable loans to cover 50% of innovation costs (Germany);
- targeted subsidies for research and development (in almost all developed countries);
- creation of innovation implementation funds taking into account possible commercial risk (England, Germany, France, Switzerland, Netherlands);
- reduction of state duties for individual inventors and the provision of tax benefits to them (Austria, Germany, USA, Japan, etc.), as well as the creation of special infrastructure for their support and economic insurance (Japan);
- free services of patent attorneys at the request of individual inventors, exemption from payment of duties (Netherlands, Germany, Japan, India).

Foreign experience allows us to highlight the following elements of small business support that are most important for Kazakhstan:

- institutional nature of support, including organizational, informational, legal, personnel and financial support;
- the combination of efforts of the state, public organizations and charitable foundations;
- differentiation of taxation taking into account the characteristics of the field of activity (special attention is paid to high-tech and environmentally friendly technologies), the social status of entrepreneurs (special benefits for youth, women, disabled people, pensioners) and regional development (benefits for depressed regions);
- industrial zones as a sphere of cooperation between large and small enterprises;
- refusal of subsidies in favor of indirect forms of small business stimulation.

The following most relevant features of the United States experience in supporting small enterprises in Kazakhstan should be highlighted:

- the functioning of the small business administration as a powerful federal organization acting on behalf of and under the control of parliament on the basis of program-oriented management;
- the special role of state and regional small business assistance bodies, creating local development corporations, consulting, information and educational infrastructure, providing services to small enterprises on a preferential basis;
- special attention to the development of non-profit organizations in the field of social services, ecology, energy conservation, urban economy, wellness services;
- special benefits for entrepreneurs from vulnerable ethnic and social groups (repatriates, recent immigrants, people with disabilities, adolescents and youth, unemployed, large families, former offenders, and so on);
- special quotas for small enterprises in the distribution of government orders, including military and space orders to large corporations;
- unique experience in venture financing and the development of small innovative firms at universities, with large corporations and state research institutes;
- financial assistance to small and medium-sized enterprises not in the form of direct subsidies or benefits to individual firms at the discretion of local authorities, but in the form of targeted tax benefits and loans.

An analysis of Central and Eastern Europe countries experience also reveals a number of ways of state assistance for creating new jobs that are relevant for Kazakhstan:

- providing the released workers the opportunity to redeem on a preferential basis part of the existing production capacities for organizing their business (Slovenia, Czech Republic);
- creation of regional marketing, leasing and consulting centers to help novice businessmen find markets, necessary technologies, equipment, organize accounting and tax planning (Czech Republic, Hungary, Poland);
- reimbursement from the local budgets for part of the funds spent by small enterprises on training and internships for young workers, as well as former military personnel, people with disabilities, the unemployed (Poland, Slovakia, Croatia);
- creation in parallel with the employment service of a network of tripartite bodies from representatives of trade unions, employers and the government to control the use of budget investments and the employment fund;
- clarification of employment statistics in accordance with international standards. So, in Poland, more than 500 thousand unemployed registered in the 1990s actually worked, in Hungary, on the contrary, with unemployment reaching 25%, only a third was officially registered;
- stimulation of job creation in depressed regions and for the most vulnerable groups of the population (in a number of regions of Romania and Slovakia up to 100% of Romany were unemployed) through public works, self-employment, vocational training and so on;
- highlighting priority areas of development (in Estonia - information technology, in Latvia - pharmaceuticals and perfumes, in Lithuania - cooperative production of components) [12, p.161-163].

An integrated approach to the development of rural settlements and villages in Kazakhstan, reliance on local personnel and initiative will create the necessary conditions for the revival of villages and towns, their sustainable development in the long term.

**Conclusion.** Summing up, we can conclude that having achieved high self-sufficiency as a result of an active state policy in the field of supporting small enterprises and regulating the food market, developed countries are moving to environmentally sustainable ways of using land resources in agriculture through the introduction of advanced technologies in production. Namely: organic farming, the use of the latest methods and equipment necessary for accurate land use. In the analysis of foreign experience in supporting the development of agriculture, it was revealed that it requires the investment of large sums of money (both from the state and non-governmental associations), regulation of prices in the food market, as well as the creation of large and medium agricultural associations, whose close cooperation with the state will allow an accurate analysis of the food market to take the necessary measures [3, p.17]. Pursuing this policy by Kazakhstan will allow it to make fuller use of available resources, coordinate inter-farm relations to constantly supply the agri-food market with resources, thereby ensuring public access to food, and in the future, switch to environmentally sustainable ways of using land resources.

Thus, we believe that the development of rural areas should be integrated [13, p. 17]. The economic development of the village is impossible without infrastructural and social development, and the development of social infrastructure will not happen without the development of the economic component.

#### Библиография

1. Сельское, лесное и рыбное хозяйство в Республике Казахстан. 2014-2018 / Статистический сборник – Нур-Султан. – 2019. – 133 с.
2. Мировой опыт развития сельских поселений // <http://xn--80aplem.xn--p1ai/analytics/Mirovoj-opyt-razvitiya-selskih-poselenij/>.
3. Черкасов В.А. Зарубежный опыт развития сельского хозяйства как одного из способов обеспечения продовольственной безопасности // Вестник ТГУ. – 2010 – №6 (86). – с.14-18.
4. Вахитова З.Т. Развитие малого бизнеса в сельской местности // Проблемы современной экономики. – 2014. – №17. – с.51-54.
5. Глебова Н.М., Киселева Е.О. Развитие отдельного территориального образования // Инновационное образование и экономика. – 2013. – №13 (24). – с.36-40.
6. Зайцева Н.С., Корнилов Д.А. Роль малых форм хозяйствования сельского хозяйства в экономике государства // Экономика: экономика и сельское хозяйство. – 2015. – №4 (8). URL: <http://aeconomy.ru/science/economy/rolmalymformkhozaystvovaniyas/>.

7. Мельникова О.Ю. Малый и средний бизнес в секторе АПК // *Аэкономика: экономика и сельское хозяйство*, 2016. № 1 (9). URL: <http://aeconomy.ru/science/economy/malyisrednybiznesvsektoreap/>.
8. Соколова И.С., Овсянникова А.В. Направления развития многоотраслевого малого предпринимательства в сельской местности // *Известия Алтайского государственного университета*. – 2013. – №2-1 (78). – с.301-303.
9. Пашкевич О.А., Лёвкина В.О. Зарубежный опыт развития сельских территорий // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2017, №4 – с.9-14.
10. Rural Development Programmes 2014-2020 [Electronic source]. – Mode of access: <https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/rural-development-2014-2020/country-files/common/>.
11. Юнусов И.А. Малое предпринимательство в контексте рыночной трансформации российской экономики и ее интеграции в мировую экономику // *Аудит и финансовый анализ*. – 2007. – №1. – с.430-482.
12. Абдибеков С.У., Беделбаева А.Е. Мировые тенденции развития предпринимательской деятельности в экономике зарубежных стран // *Вестник КазНУ* – №2/1 (108). - 2015 – с.156-163.
13. Полухина М.Г. Ключевые элементы устойчивого развития сельских территорий: теоретический обзор // *Вестник сельского развития и социальной политики* – №2(18). – 2018. – с.15-21.

#### References

1. Sel'skoe, lesnoe i rybnoe hozjajstvo v Respublike Kazahstan. 2014-2018 / Statisticheskij sbornik – Nur-Sultan. – 2019. – 133 s.
2. Mirovoj opyt razvitija sel'skih poselenij // <http://xn--80aplem.xn--plai/analytics/Mirovoj-opyt-razvitia-selskih-poselenij/>.
3. СHerkasov V.A. Zarubezhnyj opyt razvitija sel'skogo hozjajstva kak odnogo iz sposobov obespechenija prodovol'stvennoj bezopasnosti // *Vestnik TGU*. – 2010 – №6 (86). – s.14-18.
4. Vahitova Z.T. Razvitie malogo biznesa v sel'skoj mestnosti // *Problemy sovremennoj jekonomiki*. – 2014. – №17. – s.51-54.
5. Glebova N.M., Kiseleva E.O. Razvitie otдел'nogo territorial'nogo obrazovanija // *Innovacionnoe obrazovanie i jekonomika*. – 2013. – №13 (24). – s.36-40.
6. Zajceva N.S., Kornilov D.A. Rol' malyh form hozjajstvovanija sel'skogo hozjajstva v jekonomike gosudarstva // *Ajekonomika: jekonomika i sel'skoe hozjajstvo*. – 2015. – №4 (8). URL: <http://aeconomy.ru/science/economy/rolmalykhformkhozjajstvovaniyas/>.
7. Mel'nikova O.JU. Malyj i srednij biznes v sektore APK // *Ajekonomika: jekonomika i sel'skoe hozjajstvo*, 2016. № 1 (9). URL: <http://aeconomy.ru/science/economy/malyisrednybiznesvsektoreap/>.
8. Sokolova I.S., Ovsjannikova A.V. Napravlenija razvitija mnogootraslevogo malogo predprinimatel'stva v sel'skoj mestnosti // *Izvestija Altajskogo gosudarstvennogo univeriteta*. – 2013. – №2-1 (78). – s.301-303.
9. Pashkevich O.A., Ljovkina V.O. Zarubezhnyj opyt razvitija sel'skih territorij // *Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skhozjajstvennoj akademii*. – 2017, №4 – с.9-14.
10. Rural Development Programmes 2014-2020 [Electronic source]. – Mode of access: <https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/rural-development-2014-2020/country-files/common/>.
11. JUnusov I.A. Maloe predprinimatel'stvo v kontekste rynochnoj transformacii rossijskoj jekonomiki i ee integracii v mirovujju jekonomiku // *Audit i finansovyj analiz*. – 2007. – №1. – с.430-482.
12. Abdibekov S.U., Bedelbaeva A.E. Mirovye tendencii razvitija predprinimatel'skoj dejatel'nosti v jekonomike zarubezhnyh stran // *Vestnik KazNU* – №2/1 (108). - 2015 – s.156-163.
13. Poluhina M.G. Kljuचेvye jelementy ustojchivogo razvitija sel'skih territorij: teoreticheskij obzor // *Vestnik sel'skogo razvitija i social'noj politiki* – №2(18). – 2018. – s.15-21.

#### Сведения об авторах

Баяндин Марат Асылбекович, доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика и менеджмент», ЧУ «Костанайский инженерно-экономический университет им. М. Дулатова», ул. Чернышевского, д.59, г. Костанай, Костанайская область, Республика Казахстан, 110007, моб. +77021018444, e-mail: [mbayandin.71@mail.ru](mailto:mbayandin.71@mail.ru).

Баяндина Гульмира Дуйсенбаевна, доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры «Управление и политология», Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, ул. Ломова, д.60, г. Павлодар, Павлодарская область, Республика Казахстан, 140000, моб. +77028728620, e-mail: [bayandinagd@mail.ru](mailto:bayandinagd@mail.ru).

Кунафин Асет Касенович, магистрант кафедры «Экономика и менеджмент», ЧУ «Костанайский инженерно-экономический университет им. М. Дулатова», ул. Чернышевского, д.59, г.Костанай, Костанайская область, Республика Казахстан, 110007, моб. +7777887367, e-mail: [kunafin\\_a@mail.ru](mailto:kunafin_a@mail.ru).

Бекмурзаева Акмарал Багитбековна, докторант кафедры «Бизнес и управление», ТОО «Инновационный Евразийский университет», ул. Ломова, д.45, г. Павлодар, Павлодарская область, Республика Казахстан, 140000, моб. +77017776700, e-mail: [bekmurzaeva\\_akmaral@mail.ru](mailto:bekmurzaeva_akmaral@mail.ru).



**Informations about authors**

Bayandin Marat A., Doctor of Economics, Professor of the Department of Economics and Management, Private Institution "Kostanay Engineering and Economics University named after M. Dulatov", Chernyshevsky St., 59, Kostanay, Kostanay Region, Republic of Kazakhstan, 110007, phone +77021018444, e-mail: mbayandin.71@mail.ru.

Bayandina Gulmira D., PhD doctor, associate professor of the Department of Management and Political Science, Pavlodar State University named after S. Toraigyrov, Lomov St., 60, Pavlodar, Pavlodar region, Republic of Kazakhstan, 140000, phone +77028728620, e-mail: bayandinagd@mail.ru.

Kunafin Asset K., undergraduate of the Department of Economics and Management, PI «Kostanay Engineering and Economics University named after M. Dulatov», Chernyshevsky St., 59, Kostanay, Kostanay Region, Republic of Kazakhstan, 110007, phone +7777 7887367, e-mail: kunafin\_a@mail.ru.

Bekmurzayeva Akmaral B., doctoral candidate of the department "Business and Management", Innovative Eurasian University LLP, Lomov St. 45, Pavlodar, Pavlodar region, Republic of Kazakhstan, 140000, phone +77017776700, e-mail: bekmurzaeva\_akmaral@mail.ru.

УДК 338.43.02

*Д.И. Жилияков*

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ АГРАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Аннотация.** В статье рассмотрены актуальность и основные направления государственного регулирования агропромышленного комплекса в современных условиях с учетом специфики санкционной политики и необходимости обеспечения продовольственной безопасности, а также реализации программы импортозамещения. В статье рассмотрены цели государственной поддержки и основные направления системы государственного регулирования развития АПК. Проведен анализ динамики и структуры государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий на территории Курской области в течение 2010-2018 годов, выявлены тенденции и определены приоритеты бюджетной политики государства в сфере финансирования аграрной отрасли региона. Оценена динамика выручки от реализации продукции аграрных предприятий Курской области в разрезе отраслей растениеводства и животноводства и проведен анализ роли государства в ее формировании. Рассмотрена динамика затрат сельскохозяйственных предприятий региона по отраслям и определены тенденции в изменении роли государства в их финансировании в течение анализируемого периода. Проведен анализ динамики прибыли отраслей сельского хозяйства и изучена роль государственной поддержки в формировании прибыли как основного финансового результата деятельности аграрных предприятий Курской области. Сделаны выводы об эффективности государственной поддержки аграрной отрасли и роли государства в развитии сельского хозяйства. Отражены проблемы, тормозящие сбалансированное и устойчивое развитие АПК в настоящее время. Приведены рекомендации по оптимизации государственной поддержки в целях обеспечения сбалансированного развития отрасли. Обоснованы предложения по развитию инфраструктуры, созданию и развитию оптовых сельскохозяйственных рынков, сбалансированному развитию всех звеньев агропромышленного комплекса в целях обеспечения страны продовольствием и сельскохозяйственным сырьем. Сделан вывод о необходимости оптимизации механизма выделения субсидий на компенсацию уплаченных процентов для формирования стабильного финансового состояния организаций при отсутствии государственной поддержки.

**Ключевые слова:** АПК, Курская область, сельское хозяйство, затраты, выручка, прибыль, государственная поддержка АПК, субсидии, государственное регулирование аграрной отрасли,

## ANALYSIS OF EFFICIENCY AND DIRECTIONS OF PERFECTION OF STATE SUPPORT OF AGRARIAN ENTERPRISES

**Abstract.** The article considers the relevance and main directions of state regulation of the agricultural sector in modern conditions, taking into account the specifics of the sanctions policy and the need to ensure food security, as well as the implementation of the import substitution program. The article considers the goals of state support and the main directions of the system of state regulation of the development of the agricultural sector. The analysis of the dynamics and structure of state support for agricultural enterprises in the territory of the Kursk region during 2010-2018, the trends and priorities of the state budget policy in the field of financing the agricultural sector of the region are identified. The dynamics of the proceeds from the sale of products of agricultural enterprises of the Kursk region in the context of the sectors of crop production and animal husbandry is estimated, and the role of the state in its formation is analyzed. The dynamics of the costs of agricultural enterprises in the region by industry is considered and trends in the role of the state in their financing during the analyzed period are identified. The analysis of the dynamics of profit of agricultural sectors is carried out and the role of state support in the formation of profit as the main financial result of the activities of agricultural enterprises of the Kursk region is studied. Conclusions are drawn on the effectiveness of state support for the agricultural sector and the role of the state in the development of agriculture. The problems that hinder the balanced and sustainable development of the agro-industrial complex at present are reflected. Recommendations are given on optimizing state support in order to ensure a balanced development of the industry. The proposals on the development of infrastructure, the creation and development of wholesale agricultural markets, the balanced development of all links in the agricultural sector in order to provide the country with food and agricultural raw materials are justified. It is concluded that it is necessary to optimize the mechanism for allocating subsidies to compensate interest paid to form a stable financial condition of organizations in the absence of state support.

**Keywords:** Agribusiness, Kursk region, agriculture, costs, revenue, profit, state support for agribusiness, subsidies, state regulation of the agricultural sector.

Необходимость реализации программы импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны предусматривает необходимость наличия эффективного механизма государственной поддержки АПК [9]. В последнее время в России, как и в большинстве развитых стран, государственная поддержка становится основой аграрной политики. Правительственные органы, наряду с обеспечением свободного рынка, формирующего кон-

курентные отношения в аграрной сфере и смежных отраслях, осуществляют активное государственное регулирование данной отрасли.

Современный агропромышленный комплекс, функционирующий в кризисных условиях, подвержен высокому уровню производственных, финансовых и политических рисков, что наряду со специфическими рисками аграрного производства определяет необходимость постоянного совершенствования политики государства в аграрной сфере и механизмов государственной поддержки и государственного регулирования отрасли.

В настоящее время проблема обеспечения продовольственной безопасности страны и её регионов обострилась в связи с неблагоприятной для России внешнеэкономической конъюнктурой. Сложившаяся ситуация возникла, в том числе, в результате развязанной отдельными европейскими странами и США войны санкций. Направленная на дестабилизацию финансово-экономической ситуации в России санкционная политика несет как положительные, так негативные последствия для аграрного комплекса, но при этом однозначно осложняет ситуацию и актуализирует необходимость изменения и оптимизации методов государственной поддержки АПК. Введённые санкции актуализировали поиск новых стратегических подходов к решению проблемы совершенствования системы государственного регулирования продовольственной безопасности и существенно обострили проблему надежного обеспечения населения регионов продовольствием отечественного производства. [6]

Государственная поддержка призвана обеспечить стимулирование опережающего развития АПК по сравнению с другими отраслями экономики страны. В настоящее время основным инструментом опережающего развития является приоритетная поддержка инвестиционных проектов, направленных на импортозамещение и развитие экспортного потенциала [5].

Сегодня государственное регулирование агропромышленного комплекса основано преимущественно на экономических методах и включает в себя следующие направления – рисунок 1.

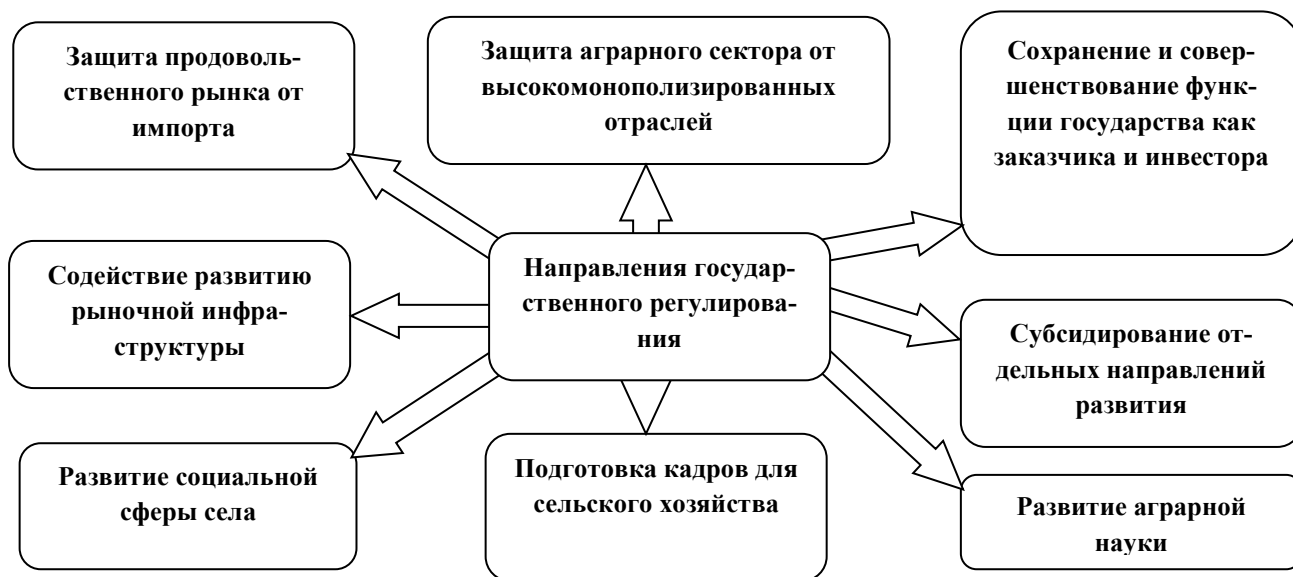


Рис. 1. Основные направления государственного регулирования АПК

Государственная поддержка сельскохозяйственной отрасли в России осуществляется посредством бюджетного финансирования при участии федерального и региональных бюджетов, в то время как местные бюджеты в данном финансировании не участвуют.

Одной из главных целей государственной поддержки АПК является обеспечение роста объемов сельскохозяйственной продукции, как в целях обеспечения продовольственной безопасности, так и в целях реализации программы импортозамещения [9]. Поэтому в процессе исследования целесообразно провести анализ объемов государственной поддержки,

выручки от реализации продукции сельского хозяйства, затрат и прибыли от производства сельскохозяйственной продукции, а также показатели отношения объемов государственной поддержки к выручке, себестоимости и прибыли.

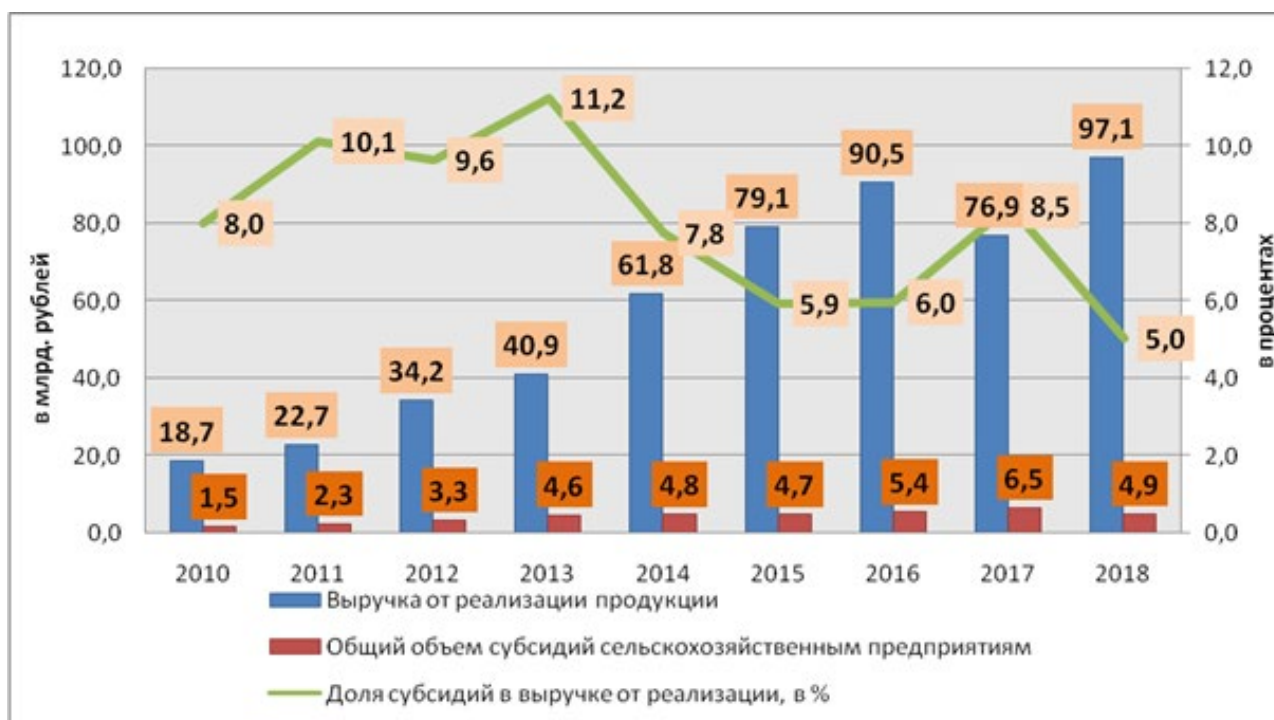
Оценивая соотношения объемов производства и реализации с выделяемыми объемами государственной поддержки рассмотрим, каким образом государственная финансовая поддержка влияла на финансовые результаты деятельности сельскохозяйственных организаций, в частности на получение выручки от реализации продукции - таблица 1.

**Таблица 1 – Соотношение выделяемых бюджетных средств и выручки от реализации сельскохозяйственных предприятий Курской области в разрезе отраслей**

Наименование показателя	Годы										Отклонение 2018 г от 2010 г (+,-)
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
Выручка от продаж продукции, всего, млрд. руб., в т.ч.	18,7	22,7	34,2	40,9	61,8	79,1	90,5	76,9	97,1	78,4	
- растениеводства	13,3	16,2	23,5	22,8	29,0	36,6	45,5	44,1	58,9	45,6	
- животноводства	5,3	6,5	10,7	18,1	32,8	42,5	45,0	32,8	38,1	32,8	
Общий объем субсидий сельскохозяйственным предприятиям	1,5	2,3	3,3	4,6	4,8	4,7	5,4	6,5	4,9	3,4	
Доля субсидий в выручке от продаж, в %	8,0	10,1	9,6	11,2	7,8	5,9	6,0	8,5	5,0	-3,0	

По данным таблицы можно сделать вывод об опережающем темпе роста выручки животноводческой отрасли в течение 2010-2018 гг. и относительном снижении роли государственного бюджета в ее формировании. Выручка в отрасли животноводства возросла на 32,8 млрд. рублей (или почти в 7,2 раза), притом, что в отрасли растениеводства – на 45,6 млрд. рублей (или в 4,4 раза), а в целом рост составил 78,4 млрд. рублей за период 2010-2018 годов.

Представленная далее на рисунке 2 графически динамика соотношения государственной поддержки и выручки от реализации позволяет оценить роль государственной поддержки в ее формировании.



**Рис. 2. Динамика объемов государственной поддержки и ее роли в формировании выручки сельскохозяйственных предприятий Курской области**

По данным рисунка необходимо отметить рост доли субсидий в выручке от реализации в течение 2010-2013 годов, снижение в течение 2014 и 2015 годов, стабилизацию данно-

го показателя на уровне 5,9-6,0% в 2015-2016 годах, рост до 8,5% в 2017 году и снижение до минимального значения за весь период исследования - 5% в 2018 году. При этом в течение 2010-2013 годов рост объема субсидий сопровождался ростом их доли в выручке, и в 2014 году суммы субсидий продолжали увеличиваться, хотя и не такими значительными темпами, но при этом доля их в выручке стала снижаться. В 2016 году темпы роста субсидий были аналогичны темпам роста выручки сельскохозяйственных предприятий.

Можно сделать вывод, что стабильное увеличение государственной поддержки сформировало в экономике достаточно четкие экономические сигналы для бизнеса о стабильных перспективах развития отрасли, о достаточно высоком внимании государства к развитию данной отрасли. Это привело к росту инвестиций в развитие АПК и, соответственно, к росту объемов производства сельскохозяйственной продукции. Соответственно можно сделать вывод, что выделяемые значительные объемы государственной поддержки сформировали условия для самостоятельного развития сельскохозяйственных предприятий, для роста объемов производства и реализации продукции. Данная динамика позволяет говорить о достижении определенных целей, поставленных государством.

В последние годы тенденции в данном направлении разнонаправленные. Если в 2017 году темпы роста субсидий носили опережающий характер по сравнению с выручкой аграрных предприятий, и их доля снова возросла, то в 2018 году сумма государственной поддержки снизилась при одновременном увеличении выручки, что отражает снижение зависимости сельскохозяйственных организаций от государственной поддержки.

Аналогичным образом оценим эффективность государственной поддержки с помощью анализа соотношения динамики выделенных бюджетных средств и затрат сельскохозяйственных предприятий. Данные представим в таблице 2.

**Таблица 2 – Соотношение выделяемых бюджетных средств и затрат на производство в разрезе отраслей сельскохозяйственных предприятий Курской области**

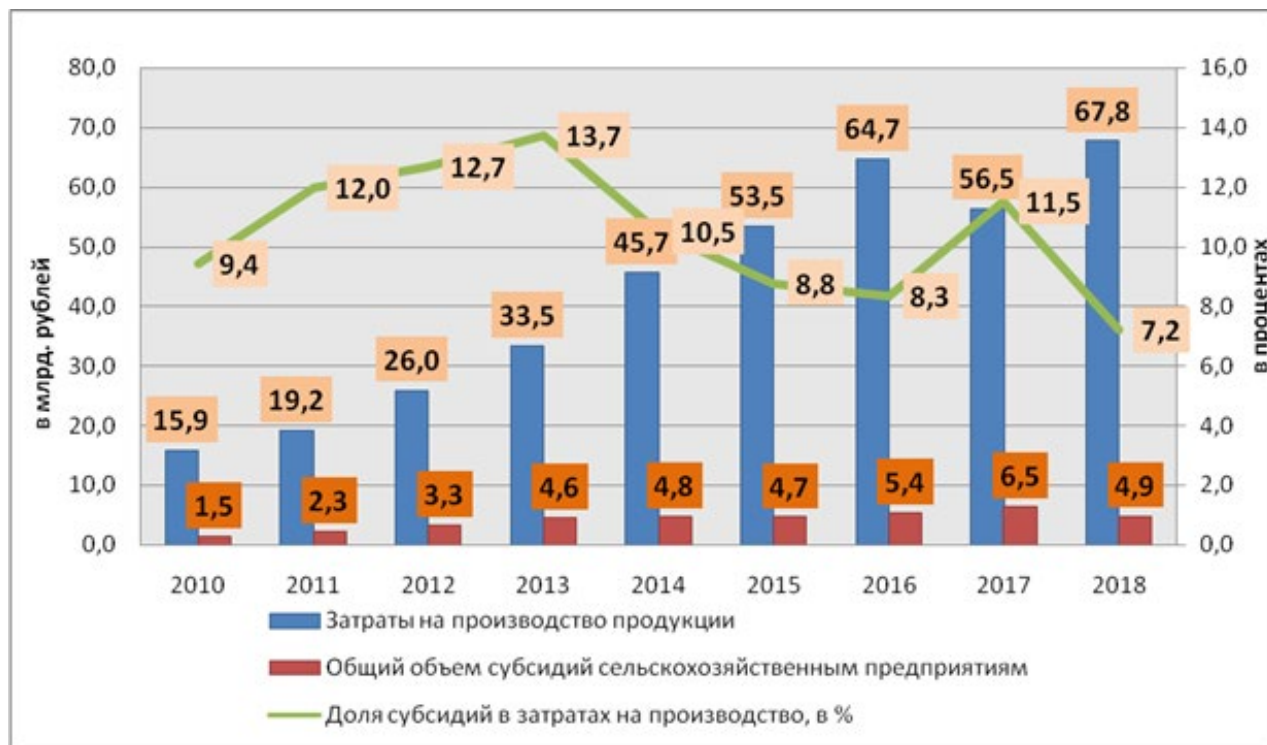
Наименование показателя	Годы										Отклонение 2018 г от 2010 г (+,-)
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018		
Затраты на производство продукции, всего млрд. руб., в т.ч.	15,9	19,2	26,0	33,5	45,7	53,5	64,7	56,5	67,8	51,9	
- растениеводства	10,9	13,2	16,8	17,1	21,9	22,2	29,3	33,6	39,9	29,0	
- животноводства	5,0	6,0	9,3	16,4	23,8	31,3	35,4	22,8	27,9	22,9	
Общий объем субсидий сельскохозяйственным предприятиям	1,5	2,3	3,3	4,6	4,8	4,7	5,4	6,5	4,9	3,4	
Доля субсидий в затратах на производство, в %	9,4	12,0	12,7	13,7	10,5	8,8	8,3	11,5	7,2	-2,2	

По данным таблицы можно отметить стабильный рост затрат на производство продукции на 51,9 млрд. рублей (или почти в 4,3 раза). При этом затраты в отрасли животноводства возрастали более быстрыми темпами относительно отрасли растениеводства – они увеличились на 22,9 млрд. рублей (или в 5,5 раз) за анализируемый период против роста затрат в растениеводстве на 29,0 млрд. рублей (в 3,7 раза). Данная динамика говорит, прежде всего, об опережающем развитии отрасли животноводства в Курской области в последнее время. АПК Курской области занимает второе место в Российской Федерации по размеру стада свиней и производству свинины, и пятое место по объемам производства мяса всех видов [7].

Что касается доли субсидий в затратах сельскохозяйственных предприятий, то здесь можно выделить две тенденции. С 2010 по 2013 году она стабильно росла, что означало увеличение роли государственной поддержки в покрытии затрат аграрных предприятий с 9,4% до 13,7%. В последующий период отмечается ежегодное стабильное снижение до 8,3% в 2016 году. Данный анализ динамики удельного веса позволяет сделать вывод о том, что рост объемов государственной поддержки и увеличение роли государства в покрытии затрат позволило сформировать драйверы роста и обеспечить самостоятельное развитие отрасли в

дальнейшем. На основании этих данных можно сделать также вывод о достаточной эффективности государственной поддержки отрасли в данный период.

В последние годы тенденция также носит разнонаправленный характер. Если в 2017 году можно отметить рост субсидий на фоне снижения затрат сельскохозяйственных организаций, то в 2018 году наблюдается снижение государственной поддержки при одновременном росте затрат – рисунок 3.



**Рис. 3. Динамика объемов государственной поддержки и ее роли в покрытии затрат сельскохозяйственных предприятий Курской области**

Если в 2017 году доля государственных субсидий в финансировании затрат аграрных предприятий снова возросла, причем достаточно значительно – до 11,5%, то в 2018 году она достигла минимального значения за весь период исследования – 7,2%. Изменения последних лет свидетельствуют о том, что деятельность аграрных предприятий по-прежнему существенно зависит от выделяемых бюджетных средств, и нестабильный объем государственной поддержки привел к тому, что данная зависимость, периодически снижаясь, вновь возрастает.

Аналогичные изменения произошли и в соотношении государственной поддержки и прибыли аграрных предприятий, представленные в таблице 3.

**Таблица 3 – Соотношение выделяемых бюджетных средств и прибыли от производства и реализации в разрезе отраслей сельскохозяйственных предприятий Курской области**

Наименование показателя	Годы									Отклонение 2018 г от 2010 г (+,-)
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Прибыль от продаж продукции, всего млрд. руб., в т.ч.	2,7	3,5	8,2	7,5	16,1	25,6	25,9	20,4	29,3	26,6
- растениеводства	2,5	3,1	6,7	5,7	7,1	14,5	16,2	10,4	19,1	16,6
- животноводства	0,3	0,4	1,4	1,7	9,0	11,1	9,6	9,9	10,2	10,0
Общий объем субсидий сельскохозяйственным предприятиям	1,5	2,3	3,3	4,6	4,8	4,7	5,4	6,5	4,9	3,4
Доля субсидий в прибыли от продаж, в %	55,6	65,7	40,2	61,3	29,8	18,4	20,8	31,9	16,7	-38,8

О повышении эффективности деятельности сельскохозяйственных предприятий свидетельствует стабильный рост прибыли. За период 2010-2018 годы она увеличилась на 26,6 млрд. рублей, достигнув 29,3 млрд. руб. в 2018 году.

При этом необходимо отметить, что темпы роста прибыли в животноводстве гораздо более высокие относительно отрасли растениеводства. Если прибыль от реализации продукции растениеводства за анализируемый период возросла на 16,6 млрд. рублей (или в 7,8 раза), то в животноводстве – на 10 млрд. рублей (или в 38,1 раз). Данные тенденции связаны с повышенным вниманием государства к данной отрасли и с большим приоритетом по ее финансированию, а также с низкой базой расчета, т.е. невысоким уровнем прибыли животноводческой отрасли в 2010 году – всего 0,3 млрд. руб.

Однако следует отметить, что в 2016 году произошло изменение сложившейся динамики. Если сумма прибыли в растениеводстве по-прежнему продолжала увеличиваться, как и все последние годы, то прибыль в животноводстве в 2016 году снизилась относительно уровня 2015 года. В 2017 году, наоборот, при увеличении прибыли животноводства, прибыль в растениеводстве сократилась почти в 2 раза. В 2018 году при почти двухкратном росте прибыли в растениеводстве, прибыль в животноводстве возросла всего на 3,2%.

Данные тенденции позволяют сделать вывод о том, что при достаточно высокой рентабельности отраслей, предприятия АПК по-прежнему работают в сложных экономических условиях, не обеспечивающих стабильных положительных финансовых результатов. Соответственно повышенное внимание со стороны государства к данной отрасли должно сохраняться в ближайшем будущем.

Если в 2010-2013 году доля субсидий в прибыли изменялась разнонаправлено, то опережающий темп роста прибыли в 2013-2015 привел к снижению доли государственной поддержки в ее формировании, что отражено на рисунке 4.

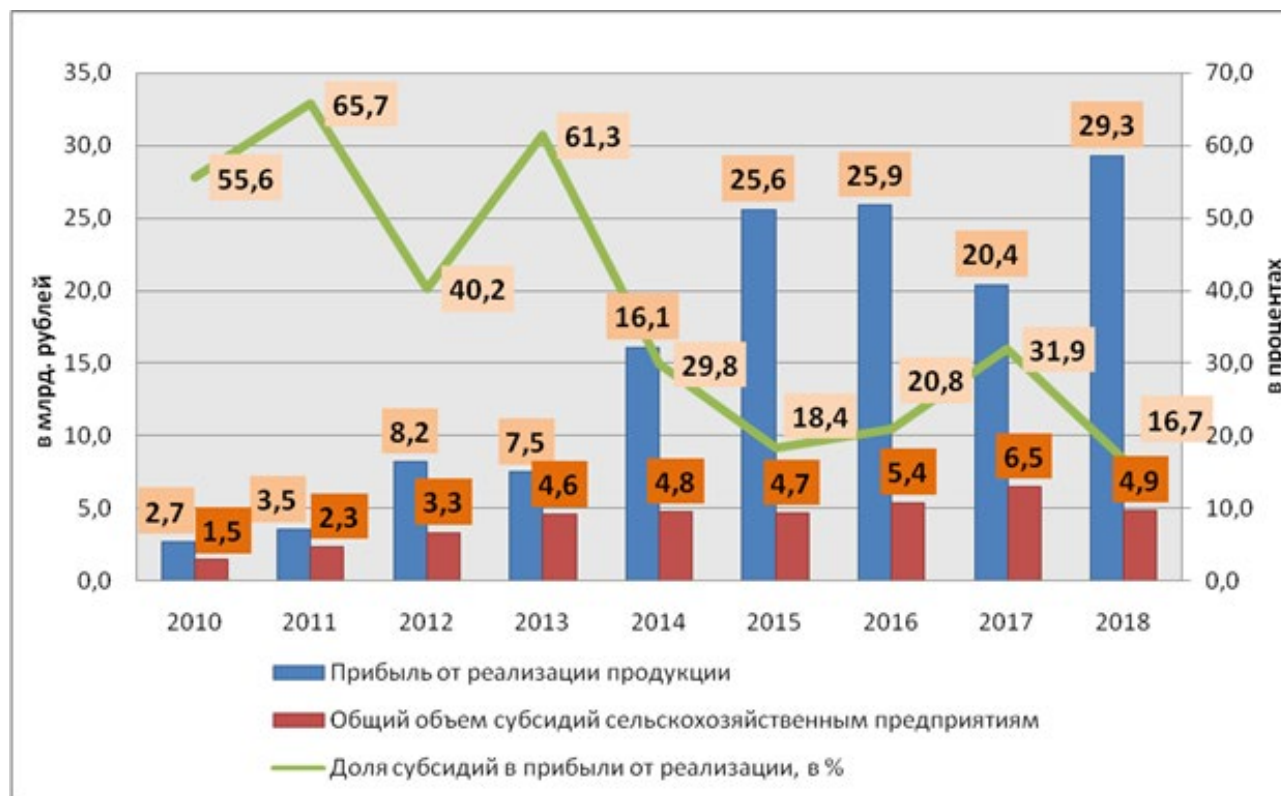


Рис. 4. Динамика объемов государственной поддержки и ее роли в формировании прибыли сельскохозяйственных предприятий Курской области

О повышении самостоятельности в формировании финансовых результатов свидетельствует динамика стабильного снижения доли государственной поддержки в прибыли сельскохозяйственных организаций. Если в 2010 году она составляла 55,6%, а в 2011 году

достигала максимального значения в 65,7%, т.е. больше половины чистой прибыли сельскохозяйственных предприятий было сформировано за счет бюджетных средств, то к 2015 году она снизилась до 18,4%. В то же время график отражает негативный тренд роста удельного веса государственной поддержки в прибыли аграрных предприятий до 20,8% в 2016 году и до 31,9% в 2017 году, при дальнейшем снижении в 2018 году до минимального значения за весь период исследования - 16,7%. Данная динамика вызывает необходимость пристального внимания государственной политики к применяемым методам поддержки отрасли.

Необходимо отметить, что серьезное внимание к аграрному производству в совокупности с защищающими рынок санкциями обеспечили достаточно высокие темпы развития сельскохозяйственных предприятий, но в то же время в отрасли сохраняется ряд проблем, связанных с нестабильностью рынков и условий функционирования, что требует дополнительного внимания государства и оптимизации применяемых методов государственного регулирования.

Одним из таких направлений может стать развитие инфраструктуры, например создание и развитие оптовых сельскохозяйственных рынков, функционирование которых будет отвечать сочетанию интересов [8]:

- государства, так как дают возможность развития отечественного аграрного рынка, повышают роль госрегулирования, укрепляют продовольственную безопасность;
- сельхозпроизводителей - выращенная ими продукция будет востребована, им обеспечены равные условия выхода на конкретный рынок;
- потребителей - они имеют возможность купить качественную продукцию по приемлемым ценам.

Эффективная работа агропромышленного комплекса является основой продовольственной безопасности страны, так как в состав АПК входят отрасли, которые несут ответственность за производство, заготовку, закупку, транспортировку, хранение, переработку и доведение до потребителя сельскохозяйственной продукции [10]. Поэтому сбалансированное развитие всех звеньев комплекса - необходимое условие обеспечения страны продовольствием и сельхозсырьем.

По нашему мнению, государственная поддержка должна ориентироваться, прежде всего, на развитие институциональной среды и повышение инновационно-инвестиционной привлекательности сельского хозяйства, что позволит за счёт роста объёмов производства продукции, повышения её качества и конкурентоспособности обеспечить продовольственную безопасность страны.

Успехи современного развития агропромышленного комплекса России в целом и Курской области в частности связаны с существенными достижениями в объемах производства сельскохозяйственной продукции. Современная государственная политика преимущественно направлена на рост объемов производства продукции и обеспечение продовольственной безопасности страны, обеспечение продовольственной независимости, ускоренное импортозамещение и повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутреннем и внешнем рынках.

При этом существующие сегодня направления поддержки в основном предусматривают выделение субсидий на компенсацию уплаченных процентов [3, 11]. Этот механизм доказал свою эффективность, но он направлен, прежде всего, на компенсацию затрат, и не вполне обеспечивает задачи формирования стабильного финансового состояния организаций при отсутствии государственной поддержки.

Ситуация усугубляется тем, что активное применение данного метода государственной поддержки усиливает существующую проблему закредитованности предприятий агропромышленного комплекса.

По данным Банка России, на 1 декабря 2017 года задолженность организаций АПК перед банками составила 2,6 трлн. рублей, из которых 8%, или 208,5 млрд. рублей, представляют собой просроченную задолженность. При этом доля кредитов, предоставленных организациям АПК в общем объеме кредитования по всем отраслям экономики составила 8,9 %,



а отношение просроченной задолженности субъектов АПК к общему объему просроченной задолженности - 10,5 %.

Агропромышленный комплекс представляет собой довольно рискованный объект для инвестирования: производство здесь характеризуется сезонностью и высокой зависимостью от заемного капитала. Риски для кредитных организаций в данной сфере традиционно высоки, и это определяет не самые привлекательные условия кредитования, особенно средних и малых предприятий. Проблемой также является отсутствие достаточного ликвидного обеспечения кредита. Немногие банки могут предложить сельскохозяйственным предприятиям кредитный продукт, который учитывал бы особенности аграрного сектора, например, кредитование под залог будущего урожая.

Одновременно можно сказать о том, что иные приоритеты государственных программ развития сельского хозяйства, такие как рост благосостояния и уровня жизни граждан [4], увеличение занятости и устойчивое развитие сельских территорий реализуются в данном случае только косвенно.

Таким образом, на наш взгляд, методы государственной поддержки должны быть более сбалансированными и направленными как на обеспечение финансовой стабильности в отрасли, так и на развитие сельских территорий и повышение уровня жизни граждан.

### Библиография

1. Государственная программа Курской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Курской области». Утверждена постановлением Администрации Курской области от 18 октября 2013 г. № 744-па (в редакции постановлений Администрации Курской области от 12.08.2016 г. № 593-па, от 04.10.2016 № 764-па, от 19.12.2016 № 975-па, от 30.12.2016 № 1036-па).
2. Водолазская, Н. В. Инновационный подход к обеспечению устойчивого развития организационно - экономических систем. [Текст] / Н.В. Водолазская // Органическое сельское хозяйство: проблемы и перспективы: материалы XXII Международной научно-производственной конференции (п. Майский, 28 – 29 мая 2018 г.): в 2 т. Т. 1. – п. Майский: Белгородский ГАУ, 2018. – С 51 – 53.
3. Жилияков, Д.И. Эффективность субсидирования кредитов в птицеводстве [Текст] / Т.Н. Соловьева, Д.И. Жилияков // Экономика сельского хозяйства России. – 2009. – №2. – С. 53–62.
4. Зюкин, Д.В. Оценка динамики и численности человеческих ресурсов Курской области [Текст] / Д.В. Зюкин, Л.Н. Косинова, О.С. Косинова // Просветительство как основа развития личности и общества. Сборник материалов XV международной научно-практической конференции. - Курск: Издательство: ЧОУ ВО МЭБИК. - 2015. – С 75-79.
5. Котляров, И.Д. Развитие экспорта российской сельскохозяйственной продукции на основе сетевого сотрудничества в АПК [Текст] / И.Д. Котляров // Экономика сельского хозяйства России. - 2018. - № 2. - С. 76-84.
6. Кудряков, В. Г. Государственное регулирование региональной продовольственной безопасности в условиях санкционного режима [Текст] / В.Г Кудряков, Е.И. Артемова, Е.В. Плотнокова // Научный журнал КубГАУ. - 2016. - №123. - С. 2042-2057.
7. Малыгина, Е.С., Перспективы развития сельского хозяйства в Курской области [Текст] / Е.С. Малыгина, А.А. Соклаков // Структурные преобразования экономики территорий: в поиске социального и экономического равновесия. Сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. Курск. - 2019. - С. 187-191.
8. Мельников, А.Б. Актуальные задачи развития сельского хозяйства Краснодарского края [Текст] / А.Б. Мельников // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2016. - № 116. - С. 615-624.
9. Семькин, В.А. Роль государства в обеспечении продовольственной безопасности [Текст] / Д.И. Жилияков // Научное обеспечение агропромышленного производства (материалы Международной научно-практической конференции, 20–22 января 2010 г., г. Курск, ч. 1). – Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак., 2010. – С.3–9.
10. Федотова, Г. В., Анализ финансового состояния сельского хозяйства Российской Федерации [Текст] / Г.В. Федотова, Е. Д. Дубинина / Финансовая аналитика: проблемы и решения . – 2016. - № 19(301). – С. 17-27.
11. Широбоков, В.Г. Анализ механизма субсидирования аграрного сектора экономики [Текст] / В.Г. Широбоков, Н.Н. Волкова // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ «Роль аграрной науки в развитии АПК РФ». - 2017. - С. 174-178.

### References

1. The state program of the Kursk region "Development of agriculture and regulation of markets for agricultural products, raw materials and food in the Kursk region." It was approved by the resolution of the Kursk Region Administration of October 18, 2013 No. 744-па (as amended by the decisions of the Administration of the Kursk Region of 08/12/2016 No. 593-па, dated October 4, 2016 No. 764-па, dated December 19, 2016 No. 975-па, dated 12.30.2016 No. 1036-па).
2. Vodolazskaya, N.V. An innovative approach to ensuring sustainable development of organizational and economic systems. [Text] / N.V. Vodolazskaya // Organic Agriculture: Problems and Prospects: Proceedings of the XXII International Scientific and Industrial Conference (Maysky Village, May 28 - 29, 2018): in 2 volumes T. 1. - Maysky Village: Belgorod GAU, 2018. - С 51 - 53.
3. Zhilyakov, D.I. The effectiveness of subsidizing loans in poultry [Text] / T.N. Soloviev, D.I. Zhilyakov // Economics of agriculture of Russia. - 2009. - No. 2. - S. 53–62.
4. Zyukin, D.V. Assessment of the dynamics and the number of human resources in the Kursk region [Text] / D.V. Zyukin, L.N. Kosinova, O.S. Kosinova // Enlightenment as the basis for the development of personality and society. Collection of materials of the XV international scientific-practical conference. - Kursk: Publisher: CHOU VO MEBIK. - 2015. - From 75-79.
5. Kotlyarov, I.D. Export development of Russian agricultural products based on network cooperation in the agro-industrial complex [Text] / I.D. Kotlyarov // Economics of agriculture of Russia. - 2018. - No. 2. - S. 76-84.
6. Kudryakov, V. G. State regulation of regional food security in the context of the sanctions regime [Text] / V. G. Kudryakov, E.I. Artemova, E.V. Plotnikova // Scientific journal KubSAU. - 2016. - No. 123. - S. 2042-2057.
7. Malykhina, ES, Prospects for the development of agriculture in the Kursk region [Text] / ES. Malykhina, A.A. Soklakov // Structural transformations of the economy of territories: in the search for social and economic equilibrium. Collection of scientific articles of the 2nd All-Russian scientific-practical conference. Southwestern State University. Kursk. - 2019. -- S. 187-191.
8. Melnikov, A.B. Actual problems of agricultural development in the Krasnodar Territory [Text] / A.B. Melnikov // Political Mathematical Network Electronic Scientific Journal of the Kuban State Agrarian University. - 2016. - No. 116. - S. 615-624.
9. Semykin, V.A. The role of the state in ensuring food security [Text] / D.I. Zhilyakov // Scientific support of agricultural production (materials of the International scientific and practical conference, January 20–22, 2010, Kursk, part 1). - Kursk: Publishing house of Kursk. state S.–X. Ac., 2010. - S.3–9.
10. Fedotova, G.V., Analysis of the financial condition of agriculture of the Russian Federation [Text] / G.V. Fedotova, E. D. Dubinina / Financial analytics: problems and solutions. - 2016. - No. 19 (301). - S. 17-27.
11. Shirobokov, V.G. Analysis of the mechanism of subsidizing the agricultural sector of the economy [Text] / V.G. Shirobokov, N.N. Volkova // Materials of the international scientific-practical conference dedicated to the 105th anniversary of the FSBEI of HE Voronezh State Autonomous Institution "The Role of Agricultural Science in the Development of the Agro-Industrial Complex of the Russian Federation". - 2017. -- S. 174-178.

### Сведения об авторах

Жиляков Дмитрий Иванович, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономических и финансовых дисциплин, ФГБОУ ВО Курская ГСХА, г. Курск, ул. Карла Маркса, д. 70, Россия, 305021, тел +7 (4712) 53-13-30, e-mail: zhilyakov@yandex.ru

### Information about authors

Zhilyakov Dmitry Ivanovich, candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economic and Financial Disciplines, Kursk State Agricultural Academy, Kursk, Karl Marx street, 70, Russia, 305021, tel. +7 (4712) 53-13-30, e-mail: zhilyakov@yandex.ru.

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

УДК 631.445.4:631.82:633.11 «324»

*Аль Духайбави Хаидер Халаф, С.И. Смуров, С.Н. Зюба, М.А. Куликова, А.Г. Ступаков*

### АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

**Аннотация.** В стационарном полевом опыте на черноземе типичном изучали роль минеральных удобрений и предшественников озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная в изменении агрохимических свойств почвы. По многолетним травам наблюдалось самое высокое повышение содержание гумуса в слое почвы 0-30 см при использовании высокого фона минерального питания –  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$  (+ 0,54 %). Несколько меньшее его повышение отмечено при использовании среднего фона питания –  $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$  при возделывании по гороху (+ 0,45 %) и самое низкое – по ячменю и чёрному пару, соответственно на 0,26 и 0,18 %. Увеличение доз минеральных удобрений от низкого фона питания –  $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$  до высокого обусловило повышение обменной кислотности почвы при возделывании озимой пшеницы по многолетним травам, гороху и ячменю, соответственно на 0,17, 0,33 и 0,39 ед. рН, а по чёрному пару – при доведении фона питания до среднего – на 0,23 ед. рН. По многолетним травам характерен переход кислотности из градации «близкая к нейтральной» в градацию «слабокислая»: от 5,62 до 5,48-5,45 ед. рН. Увеличение доз минеральных удобрений от низкого фона минерального питания –  $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$  до среднего –  $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$  – способствовало повышению содержания щелочногидролизуемого азота по многолетним травам на 18 мг/кг, а по гороху, ячменю и чёрному пару при доведении до высокого фона питания –  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$ , соответственно на 9, 17 и 12 мг/кг. Наибольшим содержанием подвижных фосфатов при использовании высокого фона питания выделилась почва после ячменя и чёрного пара, а наименьшим – после многолетних трав и гороха. Наибольшее повышение содержания обменного калия в почве наблюдалось по многолетним травам (+ 152 мг/кг) при возрастании доз минеральных удобрений от низкого фона минерального питания до высокого фона, обеспечив максимальное его содержание.

**Ключевые слова:** предшественники, озимая пшеница, чернозём типичный, содержание подвижных форм азота, фосфора и калия, физико-химические свойства почвы.

### AGROCHEMICAL PROPERTIES OF TYPICAL CHERNOZEM DEPENDING ON MINERAL FERTILIZERS AND PREDECESSORS OF WINTER WHEAT

**Abstract.** In stationary field experience on black-soil typical studied the importance of mineral fertilizers and precursors of winter wheat of May Yubileyny variety in changing agrochemical properties of soil. For perennial herbs, the highest increase in humus content in the soil layer was observed 0-30 cm using a high background of mineral nutrition -  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$  (0.54%). A slightly smaller increase was observed when using the average nutrition background -  $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$  when growing on peas (0.45%) and the lowest - on barley and black pair, respectively, by 0.26 and 0.18%. The increase in doses of mineral fertilizers from low nutrition background -  $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$  to high - led to an increase in the exchange acidity of the soil when growing winter wheat for perennial herbs, peas and barley, respectively by 0.17, 0.33 and 0.39 units of pH, and for black pair - when the nutrition background is brought to the average - by 0.23 units of pH. For perennial herbs the transition of acidity from gradation «close to neutral» to gradation «weakly acidic» is characteristic: from 5.62 to 5.48-5.45 units of pH. Increase in doses of mineral fertilizers from a low background of mineral food -  $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$  to an average -  $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$  - promoted increase in content of alkaline-hydrolyzable nitrogen on long-term herbs on 18 mg/kg, and on peas, barley and black steam when bringing to a high background of food -  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$ , respectively on 9, 17 and 12 mg/kg. The highest content of mobile phosphates when using a high nutrition background was the soil after barley and black steam, and the lowest - after years of herbs and peas. The highest increase in the content of metabolic potassium in the soil was observed for perennial herbs (152 mg/kg) with an increase in doses of mineral fertilizers from a low background of mineral nutrition to a high background, ensuring its maximum content.

**Keywords:** precursors, winter wheat, black-soil typical, content of mobile forms of nitrogen, phosphorus and potassium, physical and chemical properties of soil.

**Введение.** Элементом минерального питания принадлежит важнейшая роль в повышении плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур. Их основными источниками поступления в растения являются питательные вещества, которые находятся в почве, а также поступающие в нее с минеральными и органическими удобрениями.

Озимая пшеница является культурой, предъявляющей повышенные требования к почвенному плодородию и большой отзывчивостью на внесение удобрений. Потребление основных элементов питания растениями озимой пшеницы начинается с первых дней жизни и

продолжается до окончания налива зерна. Наибольшая потребность в азоте ощущается от начала выхода в трубку до колошения. Поступление фосфора и калия начинается с фазы всходов и продолжается до цветения. Наибольшая потребность в этих элементах приходится на фазы выхода в трубку, колошения и цветения [5, 6, 12].

**Условия и методика.** Наблюдения за режимом питания в почве под озимой пшеницей сорта Майская Юбилейная в зависимости от разных предшественников и фонов питания нами проводились в течение 2016/2017-2018/2019 гг. Исследовались три фона минерального питания: низкий –  $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$ , средний –  $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$  и высокий –  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$ , где дозы полного минерального удобрения  $N_{10}P_{10}K_{10}$ ,  $N_{30}P_{30}K_{30}$  и  $N_{50}P_{50}K_{50}$  вносились под основную обработку почвы, а  $N_{50}$  в подкормку. В качестве предшественников изучались многолетние травы, горох, ячмень и чёрный пар.

Почва опытного участка представлена чернозёмом типичным среднесиловым слабоэродированным тяжелосуглинистого гранулометрического состава с содержанием гумуса в пахотном слое 4,55 %, рН<sub>KCl</sub> 5,68, S и Нг соответственно 36,2 и 3,14 мг.-экв./100 г почвы, V = 92,0 %, легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия соответственно 151, 168 и 160 мг/кг.

**Содержание гумуса в почве.** Агроэкологическое состояние почв напрямую связано с накоплением, содержанием и запасами в почве органического вещества. В результате сокращения поступления в почву органического вещества после распашки черноземов наблюдается уменьшение содержания гумуса и усиление процессов минерализации, интенсивность которых зависит от характера использования почв и зональных условий [3, 7, 9].

Нашими исследованиями в среднем за три года (2017-2019 гг.) выявлено, что наиболее высокое содержание гумуса в почве слоя 0-30 см при применении низкого фона питания –  $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$  содержалось в результате возделывания озимой пшеницы по многолетним травам – 4,80 %. По другим предшественникам его содержание было ниже и составляло 4,61-4,62 % (табл. 1).

При внесении минеральных удобрений наблюдалось повышение содержания гумуса, причём, наибольшее на варианте с высоким фоном питания –  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$  по многолетним травам (+ 0,54 % абсолютных или + 11,3 % относительных), а по гороху, ячменю и чёрному пару – на варианте со средним фоном питания –  $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$  (соответственно + 0,45, 0,26 и 0,18 % абсолютных или + 9,7, 5,6 и 3,9 % относительных).

**Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений и предшественников на содержание гумуса в слое почвы 0-30 см под озимой пшеницей, %**

Фоны* минерального питания	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	+ / -	
					%	%%
Многолетние травы						
$N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$	4,70	4,83	4,88	4,80	-	-
$N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$	5,40	5,34	5,09	5,28	0,48	10,0
$N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$	5,70	5,02	5,30	5,34	0,54	11,3
Горох						
$N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$	5,00	4,26	4,61	4,62	-	-
$N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$	5,00	5,34	4,87	5,07	0,45	9,7
$N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$	4,70	4,95	5,04	4,90	0,28	6,1
Ячмень						
$N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$	4,20	4,96	4,66	4,61	-	-
$N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$	4,70	5,13	4,77	4,87	0,26	5,6
$N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$	4,50	5,04	4,95	4,83	0,22	4,9
Чёрный пар						
$N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$	4,40	5,03	4,39	4,61	-	-
$N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$	4,50	5,26	4,60	4,79	0,18	3,9
$N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$	4,60	5,04	4,66	4,77	0,16	3,5

\*Фоны минерального питания: низкий –  $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$ , средний –  $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$ , высокий –  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$

**Обменная кислотность почвы.** По мнению К.К. Гедройца [2] почвенный поглощающий комплекс и состав обменных катионов, характеризующие физико-химические свойства почвы, являются признаками, имеющими большое значение не только в почвообразующих процессах, но и в определении состояния всей почвенной системы в целом и плодородия её.

Для изучения физико-химических свойств чернозёма выщелоченного нами определялась величина обменной кислотности почвы в слое 0-30 см (табл. 2).

**Таблица 2 – Влияние минеральных удобрений и предшественников на обменную кислотность в слое почвы 0-30 см под озимой пшеницей, рН<sub>KCl</sub>**

Фоны* минерального питания	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	+ / -
Многолетние травы					
N10P10K10+ N50	5,20	5,71	5,95	5,62	-
N30P30K30+ N50	4,80	5,69	5,95	5,48	- 0,14
N50P50K50+ N50	4,90	5,70	5,75	5,45	- 0,17
Горох					
N10P10K10+ N50	5,60	5,89	6,45	5,98	-
N30P30K30+ N50	5,00	5,61	6,55	5,72	- 0,26
N50P50K50+ N50	5,00	5,75	6,20	5,65	- 0,33
Ячмень					
N10P10K10+ N50	5,50	5,70	6,60	5,93	-
N30P30K30+ N50	5,20	5,48	6,60	5,76	- 0,17
N50P50K50+ N50	5,00	5,31	6,30	5,54	- 0,39
Черный пар					
N10P10K10+ N50	5,70	6,22	5,65	5,86	-
N30P30K30+ N50	5,00	5,80	6,10	5,63	- 0,23
N50P50K50+ N50	4,90	6,15	6,00	5,68	- 0,18

\*Фоны минерального питания: низкий – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub>+ N<sub>50</sub>, средний – N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>+ N<sub>50</sub>, высокий – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub>+ N<sub>50</sub>

В целом, значения обменной кислотности при возделывании озимой пшеницы по всем изучаемым предшественникам при применении низкого фона питания – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> + N<sub>50</sub> не выходили за пределы градации «близкая к нейтральной» – рН 5,62-5,98.

При внесении среднего – N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>+ N<sub>50</sub> и высокого – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub>+ N<sub>50</sub> фонов питания проявилось явно выраженное повышение кислотности почвы. Наибольшее её повышение наблюдалось при использовании максимальной дозы минеральных удобрений – высокого фона питания – при размещении озимой пшеницы по многолетним травам (- 0,17 рН), по гороху (- 0,33 рН) и по ячменю (- 0,39 рН) и среднего фона питания – по чёрному пару (- 0,23 рН).

Для почвы, в которой проявилось влияние многолетних трав как предшественника, характерен переход кислотности из градации «близкая к нейтральной» в градацию «слабокислая»: от рН 5,62 до рН 5,48-5,45.

При наиболее высоких значениях рН в почве в посевах озимой пшеницы по гороху – 5,98 и по ячменю – 5,93 отмечено и наибольшее повышение обменной кислотности, соответственно на 0,33 и 0,39 ед. рН в результате использования высокого фона минерального питания.

Содержание щёлочногидролизуемого азота в почве. При разработке рациональной системы удобрения озимой пшеницы важно знать необходимый уровень минерального питания растений для обеспечения растений за счёт мобилизации почвенного плодородия, что зависит от запасов подвижных элементов в почве, предшественников, агротехники, погодных условий [1, 4, 8, 10, 11].

Нашими исследованиями выявлено, что содержание щёлочногидролизуемого азота в слое почвы 0-30 см изменялось в зависимости от минеральных удобрений и предшественников (табл. 3).

**Таблица 3 – Влияние минеральных удобрений и предшественников на содержание щёлочногидролизуемого азота в слое почвы 0-30 см под озимой пшеницей, мг/кг**

Фоны* минерального питания	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	+ / -	
					мг/кг	%
Многолетние травы						
N10P10K10+ N50	161	134	122	139	-	-
N30P30K30+ N50	168	160	143	157	18	12,9
N50P50K50+ N50	175	144	156	154	15	10,8
Горох						
N10P10K10+ N50	154	139	124	139	-	-
N30P30K30+ N50	161	143	121	142	3	2,2
N50P50K50+ N50	167	137	140	148	9	6,5
Ячмень						
N10P10K10+ N50	147	126	125	133	-	-
N30P30K30+ N50	147	158	140	148	15	11,3
N50P50K50+ N50	154	155	142	150	17	12,8
Чёрный пар						
N10P10K10+ N50	140	132	108	127	-	-
N30P30K30+ N50	147	137	123	136	9	7,1
N50P50K50+ N50	154	126	136	139	12	9,4

\* Фоны минерального питания: низкий – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub>+ N<sub>50</sub>, средний – N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>+ N<sub>50</sub>, высокий – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub>+ N<sub>50</sub>

В посевах озимой пшеницы по многолетним травам и гороху почва обладала более высоким содержанием щёлочногидролизуемого азота при использовании низкого фона минерального питания – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub>+ N<sub>50</sub> – 139 мг/кг. По ячменю оно было ниже – 133 мг/кг и самым низким – 127 мг/кг – по чёрному пару. Увеличение доз минеральных удобрений от низкого фона минерального питания до среднего – N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>+ N<sub>50</sub> – способствовало повышению содержания азота в посевах по многолетним травам на 18 мг/кг (+ 12,9 %). По гороху, ячменю и чёрному пару наибольшее его увеличение было отмечено при доведении доз минеральных удобрений до высокого фона питания – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub>+ N<sub>50</sub>, которое оказалось равным соответственно 9, 17 и 12 мг/кг (+ 6,5, 12,8 и 9,4 %).

**Содержание подвижных фосфатов в почве.** Наблюдения показали, что наиболее высокое содержание подвижных фосфатов в почве при применении низкого фона минерального питания – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub>+ N<sub>50</sub> выявлено в результате возделывания озимой пшеницы после гороха – 155 мг/кг (табл. 4). Несколько меньше их содержалось после ячменя и чёрного пара, соответственно 138 и 140 мг/кг. Наименьшим содержанием отличалась почва после многолетних трав – 122 мг/кг.

При увеличении доз минеральных удобрений от низкого фона минерального питания до высокого фона питания – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub>+ N<sub>50</sub> наибольший прирост содержания фосфатов проявился в посевах озимой пшеницы по многолетним травам, ячменю и чёрному пару, который

соответствовал 203, 217 и 220 мг/кг или 166,4, 157,2 и 157,1 %. В почве после гороха повышение содержания фосфатов было наименьшим – 160 мг/кг или 103,2 %.

На высоком фоне минерального питания наибольшим содержанием подвижных фосфатов в почве отличалась почва с такими предшественниками как ячмень и чёрный пар (соответственно 355 и 360 мг/кг), а наименьшим их содержанием – с многолетними травами и горохом (325 и 315 мг/кг).

**Таблица 4 – Влияние минеральных удобрений и предшественников на содержание подвижных фосфоров в слое почвы 0-30 см под озимой пшеницей, мг/кг**

Фоны* минерального питания	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	+ / -	
					мг/кг	%
Многолетние травы						
N10P10K10+ N50	104	125	138	122	-	-
N30P30K30+ N50	171	228	204	201	79	64,8
N50P50K50+ N50	254	390	330	325	203	166,4
Горох						
N10P10K10+ N50	162	133	170	155	-	-
N30P30K30+ N50	197	225	220	214	59	38,1
N50P50K50+ N50	225	360	360	315	160	103,2
Ячмень						
N10P10K10+ N50	166	105	142	138	-	-
N30P30K30+ N50	177	255	210	214	76	55,1
N50P50K50+ N50	251	390	425	355	217	157,2
Чёрный пар						
N10P10K10+ N50	167	94	160	140	-	-
N30P30K30+ N50	209	235	206	217	77	55,0
N50P50K50+ N50	251	450	380	360	220	157,1

\* Фоны минерального питания: низкий – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub>+ N<sub>50</sub>, средний – N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>+ N<sub>50</sub>, высокий – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub>+ N<sub>50</sub>

**Содержание обменного калия в почве.** Анализ содержания обменного калия в почве выявил, что самым большим при применении низкого фона минерального питания – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> + N<sub>50</sub> оно было в посевах озимой пшеницы, размещённой по гороху – 161 мг/кг, несколько меньшим по многолетним травам, ячменю и чёрному пару, соответственно 152, 150 и 149 мг/кг. Это составило от уровня его по гороху 94,4, 93,2 и 92,5 % (табл. 5).

При доведении доз минеральных удобрений от низкого фона минерального питания до высокого фона питания – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub> наибольшим повышением содержания обменного калия выделилась почва с предшественником многолетние травы (+ 152 мг/кг или 100,0 %). По другим предшественникам приросты его заметно ниже, соответственно по гороху, ячменю и чёрному пару: + 122, 102 и 113 мг/кг или + 75,8, 68,0 и 75,8 %.

**Таблица 5 – Влияние минеральных удобрений и предшественников на содержание обменного калия в слое почвы 0-30 см под озимой пшеницей, мг/кг**

Фоны* минерального питания	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	+ / -	
					мг/кг	%
Многолетние травы						
N10P10K10+ N50	117	235	103	152	-	-
N30P30K30+ N50	157	285	116	186	34	22,4
N50P50K50+ N50	220	500	191	304	152	100,0
Горох						
N10P10K10+ N50	141	220	121	161	-	-
N30P30K30+ N50	191	324	149	221	60	37,3
N50P50K50+ N50	207	460	183	283	122	75,8
Ячмень						
N10P10K10+ N50	150	190	109	150	-	-
N30P30K30+ N50	141	300	144	195	45	30,0
N50P50K50+ N50	209	380	168	252	102	68,0
Чёрный пар						
N10P10K10+ N50	157	185	104	149	-	-
N30P30K30+ N50	180	265	128	191	42	28,2
N50P50K50+ N50	220	360	205	262	113	75,8

\* Фоны минерального питания: низкий – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub>+ N<sub>50</sub>, средний – N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>+ N<sub>50</sub>, высокий – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub>+ N<sub>50</sub>

В ряду снижения содержания обменного калия в почве при применении высокого фона питания – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub> предшественники расположились в такой последовательности: многолетние травы (304 мг/кг), горох (283 мг/кг), чёрный пар (262 мг/кг) и ячмень (252 мг/кг). От содержания калия в почве после многолетних трав уровни его после других предшественников составили соответственно 93,1, 86,2 и 82,9 %.

### Выводы

1. При посеве озимой пшеницы по многолетним травам как по предшественнику, несмотря на то, что на низком фоне минерального питания отмечено наибольшее содержание гумуса, наблюдалось его самое высокое повышение в слое почвы 0-30 см при использовании высокого фона питания (+ 0,54 % или + 11,3 %%). Несколько меньшее повышение содержания гумуса (+ 0,45 % или 9,7 %%) отмечено при возделывании по гороху на среднем фоне минерального питания. Также на среднем фоне минерального питания при размещении озимой пшеницы по ячменю и чёрному пару наблюдалось самое низкое повышение содержания гумуса (соответственно 0,26 и 0,18 % или 5,6 и 3,9%%).

2. Увеличение доз минеральных удобрений от низкого фона питания – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> + N<sub>50</sub> до высокого – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub>+ N<sub>50</sub> обусловило повышение обменной кислотности почвы при возделывании озимой пшеницы по многолетним травам, гороху и ячменю соответственно на 0,17, 0,33 и 0,39 ед. рН, а по чёрному пару – при доведении фона питания до среднего – на 0,23 ед. рН. В почве после возделывания многолетних трав характерен переход кислотности из градации «близкая к нейтральной» в градацию «слабокислая»: от рН 5,62 до рН 5,48-5,45.



3. Увеличение доз минеральных удобрений от низкого фона минерального питания –  $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$  до среднего –  $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$  – способствовало повышению содержания азота в посевах озимой пшеницы по многолетним травам на 18 мг/кг (+ 12,9 %). По гороху, ячменю и чёрному пару наибольшее его увеличение было отмечено при доведении доз минеральных удобрений до высокого фона питания –  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$ , которое оказалось равным соответственно 9, 17 и 12 мг/кг (+ 6,5, 12,8 и 9,4 %).

4. При более высоком содержании подвижных фосфатов в почве после гороха при применении низкого фона минерального питания (155 мг/кг) наблюдалось наименее интенсивное их повышение вследствие внесения высокого фона питания (+ 160 мг/кг или 103,2%). Наибольшим содержанием фосфатов при использовании высокого фона питания выделилась почва после ячменя и чёрного пара, а наименьшим – после многолетних трав и гороха.

5. Наибольшее повышение содержания обменного калия в почве проявилось с предшественником многолетние травы (+ 152 мг/кг или 100,0 %) при возрастании доз минеральных удобрений от низкого фона минерального питания до высокого фона питания –  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$ , обеспечив максимальное его содержание.

#### Библиография

1. Айдиев А.Я. Совершенствование технологий возделывания озимой пшеницы в условиях Курской области / А.Я. Айдиев, В.И. Лазарев, М.Н. Котельникова // Земледелие. – 2017. – №1. – С. 37-39.
2. Гедройц К.К. Избранные научные труды / К.К. Гедройц. – М.: Наука, 1975. – 637 с.
3. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение / В. И. Кирюшин. - Санкт-Петербург: КВАДРО, 2013. - 678 с.
4. Лазарев В.И. Агробиологическое и экономическое обоснование использования комплексных удобрений с микроэлементами при возделывании озимой пшеницы / В.И. Лазарев, З.С. Маслова, О.М. Шершнева // Московский экономический журнал. – 2017. – №3.
5. Минеев В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 753 с.
6. Посыпанов Г.С. Растениеводство: учебник / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков [и др.]; под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 612 с.
7. Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И. Почвенный покров Белгородской области и его рациональное использование. – Белгород: «Отчий дом», 2013. – 372 с.
8. Солошенко В.М., Векленко В.И., Пигорев И.Я. Оценка устойчивости производства продукции в севооборотах // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – №5. – С. 47-52.
9. Ступаков А.Г. Агрохимическое обоснование системы удобрения зерно-свекловичного севооборота на чернозёме выщелоченном (в условиях западной части ЦЧЗ) // А.Г. Ступаков: автореф. дисс. докт. с.-х. наук: 06.01.04. – Москва: Агроэкоинформ, 1998. – 36 с.
10. Титовская А.И. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от удобрений и предшественников / А.И. Титовская, Л.Н. Кузнецова, А.Г. Ступаков, А.В. Ширяев, И.В. Кулишова, Н.В. Ширяева // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород, 2017. – № 3 (15). – С. 116-126.
11. Тютюнов С.И. Диагностические основы программирования урожая культур зерносвекловичного севооборота на чернозёмах ЦЧЗ. – Белгород: «Отчий дом», 2016. – 236 с.
12. Ягодин Б.А., Агрохимия / Б. А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В. И. Кобзаренко: под ред. Б. А. Ягодина. — М.: Колос, 2002. — 584 с.

#### References

1. Aidiev A.J., Lazarev V.I., Kotelnikova M.N. Improvement of technologies of winter wheat cultivation in the conditions of the Kursk region. Farming. - 2017. - № 1. - P. 37-39.
2. Gedroitz K.K. Selected scientific works. - M.: Science, 1975. - 637 p.
3. Kiryushin V. I. Agronomic Soil Science. - St. Petersburg: QUADRO, 2013. - 678 p.
4. Lazarev V.I., Maslova Z.S., Shershneva O.M. Agrobiological and Economic Justification of the Use of Complex Fertilizers with Trace Elements in the Cultivation of Winter Wheat. Moscow Economic Journal. - 2017. - № 3.
5. Mineev V.G. Agrochemistry / V.G. Mineev. - M.: MSU publishing house, 2004. - 753 pages.
6. Posypanov G.S., Dolgodvorov V.E., Zherukov B.H. [et al] Crop production: textbook. Under ed. G.S. Posypanov. - M.: INFRA-M, 2018. - 612 p.
7. Solovichenko V.D., Tyutyunov S.I. Soil cover of the Belgorod region and its rational use. - Belgorod: Father's House, 2013. - 372 p.
8. Soloshenko V.M., Veklenko V.I., Pigorev I.J. Evaluation of stability of production in crop rotation. Journal of the Kursk State Agricultural Academy. - 2016. - № 5. - P. 47-52.
9. Stupakov A.G. Agrochemical justification of the system of fertilization of grain-beet crop rotation on the black ground leached (in the conditions of the western part of the Central Black-soil Region). autoref. Diss. of the doctor of agricultural sciences: 06.01.04. - Moscow: Agroecoinform, 1998. 36 p.

10. Titovskaya A.I., Kuznetsova L.N., Stupakov A.G., Shiryayev A.V., Kulishova I.V., Shiryayeva N.V. Efficiency of a winter wheat depending on fertilizers and predecessors. Innovations in agrarian and industrial complex: problems and prospects. - Belgorod, 2017. - No. 3 (15). – P. 116-126.
11. Tyutyunov S.I. Diagnostic Bases of Programming of Crop Crops of Grain Crop Rotation on Black-Soil of the Central Black-soil Region. - Belgorod: Father 's House 2016. - 236 p.
12. Yagodin B.A., Zhukov Yu.P., Kobzarenko V.I. Agrochemistry. - M.: Kolos, 2002. - 584 p.

#### Сведения об авторах

Аль Дхухайбави Хаидер Халаф, аспирант кафедры земледелия, агрохимии и экологии, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина; e-mail: [aldahabee@gmail.com](mailto:aldahabee@gmail.com), тел. +79606394065.

Смулов Сергей Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией по изучению систем земледелия, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина; e-mail: [ssmurov61@mail.ru](mailto:ssmurov61@mail.ru), тел. +89030241115.

Зюба Светлана Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории по изучению систем земледелия, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина; e-mail: [zubasvet@rambler.ru](mailto:zubasvet@rambler.ru), тел. +79205887577.

Куликова Марина Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина; e-mail: [kursi-2010@mail.ru](mailto:kursi-2010@mail.ru), +79205965843.

Ступаков Алексей Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, агрохимии и экологии, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина; e-mail: [alex.stupackow@yandex.ru](mailto:alex.stupackow@yandex.ru), +89606402930.

#### Information about authors

Al Dhuhaibawi Hayder Khalaf, Postgraduate Student, Department of Agriculture, Agricultural Chemistry and Ecology, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina; e-mail: [aldahabee@gmail.com](mailto:aldahabee@gmail.com), tel. +79606394065.

Smurov S.I., Candidate of Agricultural Sciences, Head of Laboratory for the Study of Farming Systems, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina; e-mail: [ssmurov61@mail.ru](mailto:ssmurov61@mail.ru), tel. +89030241115.

Ziuba S.N., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Researcher, Laboratory for the Study of Agricultural Systems, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina; e-mail: [zubasvet@rambler.ru](mailto:zubasvet@rambler.ru), tel. +79205887577.

Kulikova M.A., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Agrochemistry and Ecology, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina; e-mail: [kursi-2010@mail.ru](mailto:kursi-2010@mail.ru), tel. +79205965843.

Stupakov A.G., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agriculture, Agrochemistry and Ecology, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina; e-mail: [alex.stupackow@yandex.ru](mailto:alex.stupackow@yandex.ru), tel. +89606402930.

УДК: 633.11«321»631.812.2:631.82

*А.А. Муравьев*

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛИСТОВЫХ ПОДКОРМОК НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ

**Аннотация.** В статье приводятся многолетние данные полевых опытов 2016-2019 гг., касающиеся оценки эффективности применения регуляторов роста и листовых подкормок на яровой твердой пшенице сорта Дар Черноземья. Обработка и анализ результатов исследований позволили сделать выводы о положительном влиянии и регуляторов роста и жидких удобрений на урожайность яровой пшеницы, которая даже в неблагоприятных условиях вегетации формировала уровень урожайности достоверно больше контроля. В среднем за годы исследований урожайность изменялась по вариантам опыта от 2,17 т/га (контроль) до 2,83 т/га (Полидон N<sup>+</sup>). Прибавки урожая по вариантам опыта варьировали от 0,14 т/га (Планта пэг) до 0,66 т/га (Полидон N<sup>+</sup>). Наибольшие прибавки были получены на вариантах Полидон NPK – 0,58 т/га и Полидон N<sup>+</sup> – 0,66 т/га. Экономической оценкой подтвержден рост прибыли и рентабельности на вариантах, где использовали регуляторы роста. Эти показатели были выше в сравнении с контролем на 1098 руб./га и 1991 руб./га и 6,9% и 11,7 %, что подтверждает выгодность их использования, особенно в неблагоприятных условиях вегетационных периодов. Наибольшая прибыль и уровень рентабельности получены при обработке посевов яровой твердой пшеницы Полидон NPK (9030 руб./га и 57,4 %) и Полидон N<sup>+</sup> (9866 руб./га и 63,2 %). При биоэнергетической оценке выявлены коэффициенты больше 1, но не на всех вариантах опыта. Лучшие значения коэффициента энергетической эффективности получены в опыте на вариантах Текнокель аминокс и Фертигрей фоллиар – 2,0, а максимальным коэффициент энергетической эффективности был при обработках Полидон N<sup>+</sup> и Полидон NPK – 2,1. Коэффициент биоэнергетической эффективности на контроле и на вариантах с применением регуляторов роста Альфастим и Планта пэг были практически одинаковыми, изменяясь от 0,7 до 0,8. На тех делянках, где применяли жидкие удобрения, коэффициент был выше, чем на контроле на 0,1-0,2. Лучшее его значение установлено при обработке посевов яровой твердой пшеницы Полидон N<sup>+</sup> и Полидон NPK – 1,1.

**Ключевые слова:** яровая твердая пшеница, урожайность, экономическая эффективность, биоэнергетическая эффективность, удобрения, листовые подкормки.

### EFFICIENCY OF SHEET FEEDING ON SPRING WHEAT

**Abstract.** The article provides long-term data from field experiments in 2016-2019 regarding the evaluation of the effectiveness of the use of growth regulators and foliar application on spring durum wheat of the Dar Chernozemye variety. Processing and analysis of the research results allowed us to draw conclusions about the positive effect of both growth regulators and liquid fertilizers on the yield of spring wheat, which, even under adverse growing conditions, formed the level of yield significantly more control. On average, over the years of research, the yield varied according to the experimental variants from 2,17 t/ha (control) to 2,83 t/ha (Polydon N<sup>+</sup>). The yield increments according to the experimental variants varied from 0,14 t/ha (Planta peg) to 0,66 t/ha (Polydon N<sup>+</sup>). The largest increases were obtained with Polydon NPK – 0,58 t/ha and Polydon N<sup>+</sup> – 0,66 t/ha. An economic assessment confirms the growth of profit and profitability on options where growth regulators were used. These indicators were higher in comparison with the control by 1098 rubles/ha and 1991 rubles/ha and 6,9% and 11,7%, which confirms the profitability of their use, especially in adverse conditions of vegetation periods. The highest profit and profitability level were obtained when processing crops of spring durum wheat Polydon NPK (9030 rubles/ha and 57,4%) and Polydon N<sup>+</sup> (9866 rubles/ha and 63,2%).

When bioenergy assessment revealed coefficients greater than 1, but not on all variants of the experiment. The best values of the energy efficiency coefficient were obtained in the experiment on the options of Teknokel amino mix and Fertigray foliar – 2,0, and the maximum energy efficiency coefficient was during the processing of Polydon N<sup>+</sup> and Polydon NPK – 2,1. The bioenergy efficiency coefficient on the control and on the variants with the use of growth regulators Alfastim and Planta peg were almost the same, varying from 0,7 to 0,8. In those plots where liquid fertilizers were used, the coefficient was higher than in the control by 0,1-0,2. Its best value was established when processing crops of spring durum wheat Polydon N<sup>+</sup> and Polydon NPK – 1,1.

**Keywords:** durum spring wheat, productivity, economic efficiency, bioenergy efficiency, fertilizers, foliar application.

**Введение.** Стремительное увеличение производства зерна с целью обеспечения продовольственной безопасности можно осуществить за счет увеличения урожайности и эффективности возделывания зерновых культур. Это возможно при проведении комплексной системы мероприятий, определяющей основные эффективные и малозатратные элементы технологии возделывания зерновых культур, к числу которых относится и яровая пшеница. Наиболее дешевым приемом технологии ее возделывания является подбор и внедрение высокопродуктивных сортов [3,4,5,9]. Более затратными, но менее эффективными в экономическом и биоэнергетическом отношении являются элементы интенсивных технологий, которые

на сегодняшний день могут себе позволить не все хозяйства, ввиду их нерегулярной окупаемости, прямо зависящей от условий вегетационного периода. Особую актуальность приобретает производство экологически безопасной продукции, в связи с чем во всю идет разработка и испытание биологических средств, регуляторов роста и удобрений для защиты растений пшеницы от вредных объектов и повышения урожайности [1,4,6].

Перспективным и малоизученным элементов технологии возделывания яровой пшеницы является применение биопрепаратов, регуляторов роста, микробиологических и жидких минеральных удобрений. Особое значение и актуальность они приобретают в разрезе регионов, то есть в разных почвенно-климатических условиях, когда отмечается положительный экономических эффект их применения [2,3,7,8,10].

В лесостепи Центрального Черноземья регулярно ведется научная работа, направленная на изучение влияния удобрений на урожайность и качество различных зерновых культур, и яровой пшеницы в частности. Однако, несмотря на создание и внедрение новых её сортов данное направление исследований, на наш взгляд, изучено недостаточно, в связи с чем взятая на изучение тема, несомненно, актуальна.

**Цель исследования.** Определить и проанализировать уровень урожайности яровой твердой пшеницы сорта Дар Черноземья, экономическую и биоэнергетическую эффективность производства зерна в зависимости от стимуляторов роста и некорневых подкормок жидкими удобрениями в условиях Белгородской области.

**Материалы, условия и методы исследований.** Полевые опыты по влиянию удобрений на особенности формирования уровня урожайности яровой твердой пшеницы проводили по общепринятым методикам в 2016-2019 гг. на базе ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина в условиях различных вегетационных периодов. Объектом изучения в наших полевых опытах был сорт яровой твердой пшеницы Дар Черноземья, высеваемый в четырехкратной повторности с площадью учетной делянки 50 м<sup>2</sup>, схемой опыта предусмотрена обработка вегетирующих растений водой (контроль), двукратно по вегетации препаратами: Нертус фотосинтез 1,5 – 2,0 л/га; Полидон N<sup>+</sup> 1-3 л/га, Полидон NPK – 1-3 л/га; Альфастим – 30 мл/га; Планта пэг – 0,2-0,3 л/га; Текнокель амином микс – 1 л/га и Фертигрейн фолиар – 0,3-1,5 л/га.

Почва опытного участка чернозём типичный с содержанием гумуса в пахотном слое – 4,54 %, рН солевой вытяжки – 6,7, со средним содержанием основных элементов питания.

Погодные условия вегетационных периодов в годы проведения исследований были вполне типичными для региона, но отличаясь за период исследований незначительными изменениями температуры и количества выпавших осадков. В 2016 году условия были более благоприятными. За изучаемый период температура воздуха была выше всего на 1<sup>0</sup>С. Осадков выпало на 64 мм больше по отношению к среднемноголетнему их количеству. В 2017 году вегетация пшеницы проходила при избытке тепла и незначительном дефиците влаги. Температура воздуха была на 2<sup>0</sup>С больше, а осадков выпало на 42,4 мм меньше среднемноголетней нормы. Условия в 2018 году тоже были теплее в среднем на 2,5<sup>0</sup>С при этом осадков выпало на 86 мм больше обычного, но на вегетацию уже созревающего урожая пшеницы это влияния практически не оказывало. В 2019 году по отношению к 2018 году осадков выпало меньше на 29 мм при меньшей на 1,4<sup>0</sup>С среднесуточной температуре, что в комплексе с изучаемыми агротехническими приемами объясняет повышение урожайности зерна на вариантах с обработками регуляторами роста и удобрениями.

По данным производителей препараты Альфастим и Планта пег являются стимуляторами роста; Нертус фотосинтез, Полидон N<sup>+</sup>, Полидон NPK, Текнокель аминок микс и Фертигрейн фолиар – жидкие удобрения. Все они содержат в своем составе макро- и микроэлементы в хелатной форме.

**Результаты исследований.** В результате обработки полученных опытных данных за 2016-2019 гг., было установлено положительное влияние изучаемых стимуляторов роста и удобрений на урожайность яровой твердой пшеницы сорта Дар Черноземья, которое отмечалось во все годы исследований.

Во все вегетационные периоды этих лет четко прослеживалась тенденция увеличения уровня урожайности при применении регуляторов роста Альфасти́м и Планта пэг на 0,07 т/га и 0,48 т/га, однако не всегда прибавка была достоверной (табл.1).

**Таблица 1 – Урожайность яровой твердой пшеницы Дар Черноземья в зависимости от регуляторов роста и удобрений, т/га 2016-2019гг.**

Вариант опыта	Годы				Средняя	+/-
	2016	2017	2018	2019		
Контроль	2,35	2,24	2,07	2,00	2,17	-
Нертус фотосинтез	2,87	2,54	2,65	2,12	2,55	0,38
Полидон N <sup>+</sup>	3,25	2,89	2,92	2,24	2,83	0,66
Полидон NPK	3,18	2,73	2,89	2,20	2,75	0,58
Альфасти́м	2,56	2,48	2,55	2,20	2,45	0,28
Планта пэг	2,42	2,38	2,35	2,10	2,31	0,14
Текнокель аминокс микс	3,07	2,64	2,76	2,15	2,66	0,49
Фертигрейн фолиар	2,96	2,59	2,73	2,23	2,63	0,46
НСР <sub>05</sub>	0,12	0,24	0,21	0,10		

В 2016 году урожайность яровой пшеницы изменялась от 2,35 т/га (контроль) до 3,25 т/га (Полидон N<sup>+</sup>). На уровне контроля была получена урожайность на варианте Планта пэг – 2,42 т/га, на варианте с применением второго регулятора роста Альфасти́м различия в уровне урожайности были достоверными – 2,56 т/га, прибавка 0,21 т/га при НСР<sub>05</sub> 0,12. Прибавки в урожайности на остальных изучаемых вариантах были достоверными, варьировали от 0,52 т/га (Нертус фотосинтез) до 0,9 т/га (Полидон N<sup>+</sup>). Тенденция положительного влияния регуляторов роста и удобрений сохранялась и в последующие вегетационные периоды. Так в условиях 2017 года (менее благоприятных, чем в 2016 году) урожайность изменялась от 2,24 т/га до 2,89 т/га и в среднем по вариантам опыта была меньше на 0,27 т/га, чем в 2016 году, прибавки по регуляторам роста были незначительными 0,24 т/га и 0,14 т/га при НСР<sub>05</sub> 0,24, на остальных вариантах прибавки были наибольшими, особенно Полидон NPK – 0,49 т/га и Полидон N<sup>+</sup> – 0,65 т/га. Вегетационный период 2018 года был менее благоприятным в сравнении с 2017 годом, что подтверждает уровень средней урожайности по вариантам в текущем году, она была незначительно больше, чем в 2017 году (на 0,06 т/га) и определенно меньше, чем в 2016 году (на 0,21 т/га). При неблагоприятных погодных условиях этого года прибавки урожая при обработках регуляторами роста впервые за изучаемые годы оказались достоверными Планта пэг – 0,28 т/га и Альфасти́м – 0,48 т/га при НСР<sub>05</sub> 0,21, что позволяет сделать заключение о целесообразности применения данных регуляторов роста на яровой пшенице в засушливых и стрессовых условиях вегетации. На вариантах с применением удобрений минимальная прибавка урожая в 2018 году получена на варианте с обработкой удобрением Нертус фотосинтез – 0,58 т/га, несколько большими практически одинаковыми прибавками отличались обработки посевов Текнокель аминокс микс – 0,69 т/га и Фертигрейн фолиар – 0,66 т/га, наибольшую прибавку обеспечили обработки Полидон NPK (0,82 т/га) и Полидон N<sup>+</sup> (0,85 т/га), уровень урожайности которых не имел математически достоверных различий. Вегетационный период 2019 года оказался наиболее неблагоприятным для вегетации яровой твердой пшеницы, о чем свидетельствуют погодные данные о дефиците осадков на фоне высоких среднесуточных температур и средняя по вариантам урожайность, которая была меньше средней за 2018 год на 0,46 т/га и еще меньше средней по вариантам в благоприятном 2016 году на 0,67 т/га. Несмотря на условия вегетации, эффективность обработок была доказана достоверно большей прибавкой на всех вариантах опыта. Второй год подряд в неблагоприятных условиях 2019 года оправдали себя обработки регуляторами роста.

Применение жидких удобрений также дало хорошие результаты и достоверные прибавки: Нертус фотосинтез – 0,12 т/га; Текнокель аминокс микс – 0,15 т/га; Полидон NPK – 0,20 т/га; Фертигрейн фолиар – 0,23 т/га и Полидон N<sup>+</sup> – 0,24 т/га. В среднем за 2016-2019 гг. урожайность изменялась по вариантам опыта от 2,17 т/га (контроль) до 2,83 т/га (Полидон N<sup>+</sup>). Прибавки урожая по вариантам опыта варьировали от 0,14 т/га (Планта пэг) до 0,66 т/га (Полидон N<sup>+</sup>). Наибольшие прибавки были получены на вариантах Полидон NPK – 0,58 т/га и Полидон N<sup>+</sup> – 0,66 т/га.

При оценке эффективности применяемых агротехнических приемов на любой сельскохозяйственной культуре, в том числе и яровой твердой пшеницы, важное значение имеет экономическая целесообразность, позволяющая выявить наиболее выгодные варианты опыта (табл.2).

**Таблица 2 – Экономическая эффективность применения регуляторов роста и листовых подкормок в посевах яровой твердой пшеницы Дар Черноземья, 2016-2019 гг.**

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость, руб./т	Прибыль, руб./га	Уровень рентабельности, %
Контроль	2,17	19530	15073	6946	4457	29,6
Нертус фотосинтез	2,55	22950	15293	5997	7657	50,1
Полидон N <sup>+</sup>	2,83	25470	15604	5514	9866	63,2
Полидон NPK	2,75	24750	15720	5716	9030	57,4
Альфастим	2,45	22050	15602	6368	6448	41,3
Планта пэг	2,31	20790	15235	6595	5555	36,5
Текнокель аминокс микс	2,66	23940	15654	5885	8286	52,9
Фертигрейн фолиар	2,63	23670	15586	5926	8084	51,9

Проведенная оценка экономической эффективности применения изучаемых агротехнических приемов показала, что за 2016-2019 гг. возделывание яровой твердой пшеницы было выгодно на всех изучаемых вариантах опыта. Среднегодовая стоимость 1 тонны зерна яровой пшеницы сложилась на уровне 9000 рублей. Производственные затраты на возделывание пшеницы по опыту изменялись от 15073 руб./га до 15720 руб./га., и зависели от применяемых регуляторов роста и жидких хелатных удобрений. Стоимость урожая зерна с гектара зависела от уровня урожайности: наименьшей она была на контроле 19530 руб./га; несколько большей при обработке регуляторами роста Планта пэг – 20790 руб./га, Альфастим – 22050 руб./га; наибольшей при применении удобрений от 22950 руб./га (Нертус фотосинтез) до 25470 руб./га (Полидон N<sup>+</sup>), что больше контроля на 3420 руб./га и 5940 руб./га соответственно. Себестоимость производства 1 тонны зерна яровой твердой пшеницы зависела от уровня урожайности – чем он выше, тем себестоимость ниже. На контроле себестоимость была на уровне 6946 руб./т. на остальных вариантах – меньше на 351-1432 руб./т. Чистая прибыль и уровень рентабельности были выше на вариантах с применением жидких удобрений, и изменялись от 7657 руб./га до 9866 руб./га и от 50,1 % до 63,2 % соответственно. На вариантах, где использовали регуляторы роста, прибыль и уровень рентабельности были выше в сравнении с контролем на 1098 руб./га и 1991 руб./га и 6,9% и 11,7 %, что подтверждает выгодность их использования, особенно в неблагоприятных условиях вегетационных периодов.

Наибольшие прибыль и уровень рентабельности получены при обработке посевов яровой твердой пшеницы Полидон NPK (9030 руб./га и 57,4 %) и Полидон N<sup>+</sup> (9866 руб./га и 63,2 %).

Для более объективной оценки эффективности проведения агротехнических приемов в посевах яровых культур методикой исследований в наших опытах предусмотрены расчеты

биоэнергетической эффективности. Для их определения были установлены затраты совокупной энергии, которые выражают в ГДж/га. В зависимости от варианта опыта в сравнении с контролем (19,34 ГДж/га) затраты совокупной энергии возрастали и изменялись от 21,52 ГДж/га (Полидон N<sup>+</sup>) до 21,72 ГДж/га (Нертус фотосинтез), а в среднем по вариантам составили 21,34 ГДж/га (табл.3).

**Таблица 3 – Биоэнергетическая эффективность возделывания яровой твердой пшеницы Дар Черноземья в зависимости от регуляторов роста и удобрений, 2016-2019 гг.**

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Выход обменной энергии, ГДж/га	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Чистый энергетический доход, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности	Биоэнергетический коэффициент
Контроль	2,17	35,15	19,34	15,81	1,8	0,8
Нертус фотосинтез	2,55	41,31	21,72	19,59	1,9	0,9
Полидон N <sup>+</sup>	2,83	45,85	21,52	24,33	2,1	1,1
Полидон NPK	2,75	44,55	21,65	22,90	2,1	1,1
Альфастим	2,45	39,69	21,59	18,10	1,8	0,8
Планта пэг	2,31	37,42	21,58	15,84	1,7	0,7
Текнокель аминокс	2,66	43,09	21,67	21,42	2,0	1,0
Фертигрейн фолиар	2,63	42,61	21,61	21,00	2,0	1,0

Затраты совокупной энергии были фактически одинаковыми при применении регуляторов роста Планта пэг (21,58 ГДж/га) и Альфастим (21,59 ГДж/га), при применении удобрений по вегетирующим растениям затраты энергии также имели небольшой интервал изменчивости от 21,52 ГДж/га (Полидон N<sup>+</sup>) до 21,72 ГДж/га (Нертус фотосинтез) это связано с одинаковым количеством применений данных препаратов на посевах яровой твердой пшеницы. В 2016-2019 гг. выход обменной энергии с гектара посева пшеницы в среднем по вариантам опыта составил 42,21 ГДж/га, зависел в основном от уровня урожайности. Наибольший выход обменной энергии с гектара обеспечил вариант Полидон N<sup>+</sup> – 45,85 ГДж/га, тогда как на контроле лишь 35,15 ГДж/га. Чистый энергетический доход представляет собой разницу между выходом обменной энергии и затратами совокупной энергии, в наших опытах он изменялся от 15,81 ГДж/га до 24,33 ГДж/га, а в среднем по вариантам опыта составил 19,87 ГДж/га. При применении регуляторов роста чистый энергетический доход был больше в сравнении с контролем на вариантах Планта пэг (на 0,03 ГДж/га), Альфастим (2,29 ГДж/га), но меньше чем на вариантах с применением удобрений. Их чистый энергетический доход также был больше, чем на контроле, интервал варьирования данного показателя от 3,78 ГДж/га до 8,52 ГДж/га. Максимально высокий чистый энергетический доход получен на варианте опыта с обработкой посевов яровой твердой пшеницы Полидон N<sup>+</sup> – 24,33 ГДж/га. Коэффициент энергетической эффективности изменялся от 1,8 до 2,1, что позволяет сделать вывод о том, что возделывание пшеницы в опыте на всех вариантах было выгодным. Лучшие значения коэффициента энергетической эффективности получены в опыте на вариантах Текнокель аминокс и Фертигрейн фолиар – 2,0, а максимальным коэффициент энергетической эффективности был при обработках Полидон N<sup>+</sup> и Полидон NPK – 2,1. Коэффициент биоэнергетической эффективности на контроле и на вариантах с применением регуляторов роста Альфастим и Планта пэг были практически одинаковыми (0,7 и 0,8). На тех делянках, где применяли жидкие удобрения коэффициент был выше, чем на контроле на 0,1-0,2. Лучшее его значение установлено при обработке посевов яровой твердой пшеницы Полидон N<sup>+</sup> и Полидон NPK – 1,1.

**Заключение.** Таким образом, проведенные исследования и их результаты имеют определенную научную и практическую ценность. За 2016-2019 гг. полевых опытов установлено положительное влияние регуляторов роста, жидких хелатных удобрений на урожай-

ность, экономическую и биоэнергетическую эффективность возделывания яровой твердой пшеницы сорта Дар Черноземья в различных условиях вегетационных периодов.

#### Библиография

1. Власова Л.М. Опыт биологической защиты озимой пшеницы от болезней [Текст] / Л.М. Власова, В.А. Федотов, Н.В. Подлесных, А.А. Муравьев // Защита и карантин растений – 2018. - №8. – С. 24-26.
2. Власова Л.М. Инсектофунгицидная баковая смесь для защиты посевов озимой пшеницы / Л.М. Власова, О.В. Попова, А.А. Муравьев // Защита и карантин растений – 2019. - №9. – С. 19-20.
3. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.: Издательство ВНИИА, 2005. – 302 с.
4. Немченко В.В. Влияние биопрепаратов и микроудобрений на продуктивность яровой пшеницы [Текст] / В.В. Немченко, М.Ю. Цыпышева, М.В. Вьюник // Вестник Курганской ГСХА. – 2015. - № 3. – С.38-40.
5. 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.
6. Оценка сортов и линий озимой пшеницы в коллекционном питомнике Бел ГАУ [Текст] И.В. Оразаева, М.И. Павлов, А.А. Муравьев, И.В. Кулишова // Сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее с международным участием, посвященной 140 летию «БелГУ» и столетию со дня рождения селекционера, ученого и педагога, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Щелоковой Зои Ивановны. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ БелГУ, 2017. – с.139-143
7. Павлов М.И. Оценка адаптивных и продуктивных характеристик перспективных линий озимой мягкой пшеницы / М.И. Павлов, И.В. Оразаева, А.А. Муравьев // Успехи современного естествознания. – 2018. - № 1. – С. 43-48 URL: <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36649>
8. Плечова О.И. Эффективность комплексных биопрепаратов бисолбифит стандарт и бисолбифит супер в технологии возделывания яровой пшеницы [Текст] / О.И. Плечова, Д.В. Плечов // Вестник Ульяновской ГСХА. – Из-во УГАУ им. П.А. Столыпина. – 2012. - № 3(19). – С. 40-43.
9. Применение физиологически активных веществ в агротехнологиях [Текст] / В.В. Котляров и др. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 169 с.
10. Муравьев А.А. Зависимость урожайности яровой пшеницы от обработки биопрепаратом / А.А. Муравьев // Инновации в АПК проблемы и перспективы. – 2019. - № 3(23). – С. 142-148.

#### References

1. Vlasova L.M. The experience of biological protection of winter wheat from diseases [Text] / L.M. Vlasova, V.A. Fedotov, N.V. Podlesnykh, A.A. Muravyov // Protection and Quarantine of Plants - 2018. - No. 8. - P. 24-26.
2. Zavalin A.A. Biological products, fertilizers and crops. - M.: VNIIA Publishing House, 2005. - 302 p.
3. Nemchenko V.V. The influence of biological products and micronutrient fertilizers on the productivity of spring wheat [Text] / V.V. Nemchenko, M.Yu. Tsypysheva, M.V. Vyunik // Bulletin of Kurgan State Agricultural Academy. - 2015. - No. 3. - P.38-40.
4. 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.
5. Assessment of varieties and lines of winter wheat in the collection nursery Bel GAU [Text] I.V. Orazava, M.I. Pavlov, A.A. Muravyov, I.V. Kulishova // Collection of materials of the 1st All-Russian Scientific and Practical Conference Plant Breeding: Past, Present and Future with international participation dedicated to the 140th anniversary of BelSU and the centenary of the birth of a breeder, scientist and teacher, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Zhel Ivanova Shchelokova. –Belgorod: Belgorod Publishing House, Belgorod State University, 2017. - P.139-143
6. Pavlov M.I. Evaluation of adaptive and productive characteristics of promising lines of winter soft wheat / M.I. Pavlov, I.V. Orazava, A.A. Muravyov // Successes in modern science. - 2018. - No. 1. - P. 43-48 URL: <http://www.natural-sciences.ru/en/article/view?id=36649>
7. Plechova O.I. Efficiency of complex biological products bisolbifit standard and super bisolbifit super in spring wheat cultivation technology [Text] / O.I. Plechova, D.V. Shoulders // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. - Because of the UGAU them. P.A. Stolypin. - 2012. - No. 3 (19). - P. 40-43.
8. The use of physiologically active substances in agricultural technologies [Text] / V.V. Kotlyarov et al. - Krasnodar: KubSAU, 2013. -- 169 p.

#### Сведения об авторах

Муравьев Александр Александрович, доцент кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул.Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 30850 8-951-142-75-77 [Aleksandr16\\_1988@mail.ru](mailto:Aleksandr16_1988@mail.ru)



**Information about the author**

Muravyev Aleksander Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, Department of Plant, selection and vegetable growing Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, 308503, Belgorod region, Belgorod region, pos. May Street. Vavilov, 1, tel. 8-951-142-75-77

УДК 634.11:631.527:632.4

*С.В. Резвякова*

## ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОЙ ЦЕННОСТИ ИСХОДНЫХ ФОРМ ЯБЛОНИ В СЕЛЕКЦИИ НА ЗИМОСТОЙКОСТЬ

**Аннотация.** Для повышения эффективности селекционного процесса необходим комплекс приемов, среди которых важное место занимают генетически обоснованный подбор исходных родительских пар для скрещивания с учетом донорских свойств и жесткая браковка гибридных сеянцев в молодом возрасте по ряду признаков, в том числе и по зимостойкости. Исследования выполнены во Всероссийском НИИ селекции плодовых культур. Объектами исследований послужили 5,5 тысяч гибридных сеянцев яблони 2-х летнего возраста разного генетического происхождения, созданных под руководством академика РАСХН Е.Н. Седова. Искусственное промораживание проводили по методике М.М. Тюриной и Г.А. Гоголевой (1978). Режимы промораживания соответствовали 2-му (максимальная морозоустойчивость в закаленном состоянии, -40оС в январе) и 3-му (способность сохранять устойчивость к морозу в период оттепели, -25оС после 5-ти дневной оттепели при 2оС в феврале) компонентам зимостойкости. В результате из 5,5 тыс. гибридов на устойчивость по 2+3 компонентам зимостойкости отобрано 0,07 % генотипов с морозоустойчивостью выше Коричного полосатого, 7,1 % - на уровне Коричного полосатого и 38,9 % - на уровне Антоновки обыкновенной, 53,93 % сеянцев забраковано.

**Ключевые слова:** яблоня, селекция, зимостойкость, исходные формы.

### EVALUATION OF THE SELECTION VALUE OF THE ORIGINAL APPLE TREE FORMS IN WINTER HARDINESS SELECTION

**Abstract.** To improve the efficiency of the selection process requires a set of techniques, among which an important place is occupied by genetically justified selecting parental pairs for crossing subject to donor properties and a rigid rejection of hybrid seedlings at a young age on a number of grounds, including winter hardiness. The research was carried out at the all-Russian research Institute for fruit crop selection. The objects of research were 5.5 thousand hybrid Apple seedlings of 2-year-old age of different genetic origin, created under the guidance of RASKHN academician E. N. Sedov. Artificial freezing was performed using the method of M. M. Tyurina and G. A. Gogoleva (1978). The freezing modes corresponded to the 2nd (maximum frost resistance in the hardened state, -40oC in January) and the 3rd (the ability to maintain resistance to frost during the thaw, -25oC after a 5-day thaw at 2oC in February) components of winter hardiness. As a result, out of 5,5 thousand. hybrids for resistance to 2+3 components of winter hardiness were selected 0.07 % of genotypes with frost resistance higher than Cinnamon striped, 7.1 % - at the level of Cinnamon striped and 38.9 % - at the level of Antonovka ordinary, 53.93% of seedlings were rejected.

**Keywords:** Apple tree, selection, winter hardiness, initial forms.

**Введение.** Для повышения эффективности, ускорения селекционного процесса и внедрения новых сортов в производство необходим комплекс приемов, среди которых важное место занимают генетически обоснованный подбор исходных родительских пар для скрещивания с учетом донорских свойств и жесткая браковка сеянцев в молодом возрасте по ряду признаков, в том числе и по зимостойкости [1, 2]. Это связано с ограниченностью земельных площадей под закладку селекционных садов и заметным сокращением в последние годы финансовых средств на проведение научных исследований. Кроме того, необходимо учитывать и физические возможности селекционера, т. к. наиболее ответственные учеты и отборы ведет только он. Время, необходимое для обеспечения надежности и достоверности результатов обычно ограничено сроком цветения или созревания плодов [3]. Перегруженность селекционера может быть одной из причин неудачи селекционной программы в целом.

Материал и методика исследований. Исследования выполнены во ВНИИ селекции плодовых культур (ВНИИСПК) Объектами исследований послужили 5,5 тысяч гибридных сеянцев яблони 2-х летнего возраста разного генетического происхождения, созданных под руководством академика РАСХН Е.Н.Седова. Искусственное промораживание проводили по методике М.М. Тюриной и Г.А. Гоголевой (1978) [4]. Режимы промораживания соответствовали 2-му (максимальная морозоустойчивость в закаленном состоянии, -40оС в январе) и 3-му (способность сохранять устойчивость к морозу в период оттепели, -25оС после 5-ти дневной оттепели при 2оС в феврале) компонентам зимостойкости.

Результаты и их обсуждение. Анализ селекционной эффективности сортов и перспективных гибридных форм в создании высокозимостойких и зимостойких по 2 + 3 компонен-

там сеянцев показал, что наибольший выход высокозимостойких генотипов отмечен в семьях с участием среднезимостойкого сорта Свежесть (табл.). При использовании его в качестве материнского компонента получено 28,9 % высокозимостойких и 44,7 % зимостойких сеянцев, в качестве отцовского – 18,1 и 33,9 %. Сорт Свежесть является комплексным донором иммунитета к парше, высокой зимостойкости, скороплодности, урожайности и лежкости плодов [5, 6].

Ценной исходной формой является среднезимостойкий сорт Ренет Черненко. Использование его в качестве материнского родителя привело к созданию 7,9 % высокозимостойких и 29,3 % зимостойких сеянцев.

Перспективную гибридную форму 16-40-111 (R12740-7A – свободное опыление) целесообразно использовать в качестве отцовского производителя, т.к. в качестве материнского она оказалась менее эффективной. В первом случае выход высокозимостойких и зимостойких сеянцев составил 7,5 и 44,8 % соответственно, во втором 2,6 и 22,2 %. Сеянец 16-40-111 создан во ВНИИСПК, характеризуется дигенной устойчивостью к парше – VrVm [7].

**Таблица – Селекционная эффективность по зимостойкости исходных форм яблони домашней при межсортных скрещиваниях**

Материнская форма	Отцовская форма	Число семей	Число гибридов	Высокозимостойких, %	Зимостойких, %	Всего %
Свежесть		1	38	28,9	44,7	73,6
Мелба		2	189	5,8	49,7	55,5
	16-40-111 (R12740-7A-своб. опыл.)	4	453	7,5	44,8	52,3
	Свежесть	4	254	18,1	33,9	52,0
Северный синап		9	1308	5,2	38,6	43,8
Ренет Черненко		5	328	7,9	29,3	37,2
Антоновка обыкновенная		10	717	6,8	24,4	31,2
Орлик		7	496	0,8	25,2	26,0
16-40-111 (R12740-7A-своб. опыл.)		4	352	2,6	22,2	24,8
	Орлик	2	259	0,4	13,9	14,3

В 10 комбинациях скрещивания с Антоновкой обыкновенной в качестве материнского компонента выделено 6,8 % высокозимостойких и 24,2 % зимостойких сеянцев.

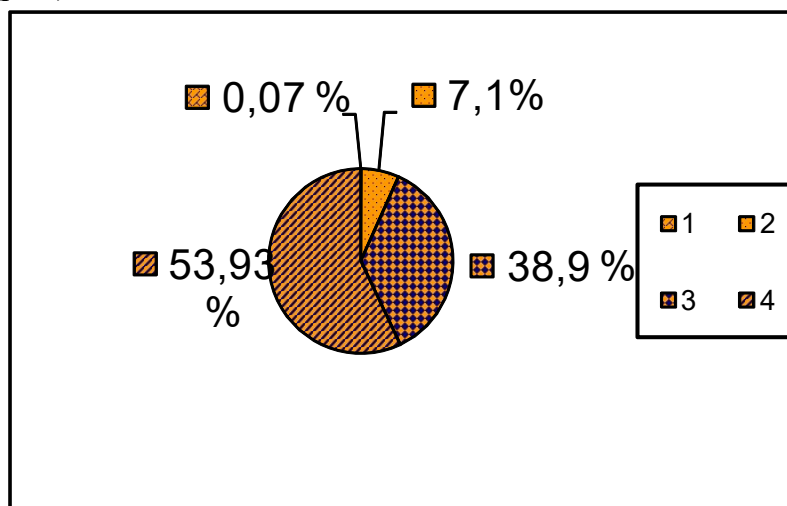
От зимостойких сортов Мелба и Северный синап получено 5,8 и 5,2 % высокозимостойких гибридов соответственно и 49,7 и 38,6 % зимостойких. Результаты согласуются с полевыми исследованиями Е.Н. Седова (1989), который отмечает, что после суровой зимы 1968/69 г. наибольшей зимостойкостью отличались сеянцы семей Мелба х Июльское Черненко и Северный синап х Коричное новое [8]. В этих семьях было отобрано соответственно 40,7 и 37,9 % зимостойких гибридов.

В комбинациях скрещивания со среднезимостойким сортом Орлик в качестве материнского и отцовского родителя выщепляются единичные высокозимостойкие формы – 0,8 и 0,4 % соответственно. Выход зимостойких сеянцев почти в два раза больше, когда Орлик использовался как материнский производитель.

Выход сеянцев в потомствах с высоким уровнем устойчивости к низким температурам не всегда определяется морозостойкостью родительских форм. Так, в комбинациях скрещивания, полученных с участием сорта Свежесть, отобрано значительно больше сеянцев с высоким уровнем устойчивости по 2+3 компонентам (18,1% – отцовская форма, 28,9% – материнская), по сравнению с семьями Антоновки обыкновенной (6,8% - материнская форма), хотя последний сорт более устойчив к низким температурам. Аналогичные результаты получены С.Ф. Агапкиной (1988), которая отмечает, что наиболее зимостойкий сорт Летнее полосатое не был лучшим донором этого признака, а сорт Осенняя радость дал в потомстве

больше зимостойких гибридов по сравнению с Наливом розовым [9]. По данным Н. И. Савельева (1998), в комбинациях скрещивания с участием Аниса пурпурового отобрано 6,5% сеянцев с высоким уровнем устойчивости по 2-му компоненту, а с участием более зимостойкого Коричного полосатого - 2,3% [10].

В целом из 5,5 тыс. гибридов на устойчивость по 2+3 компонентам зимостойкости отобрано 0,07 % генотипов с морозоустойчивостью выше Коричного полосатого, 7,1 % - на уровне Коричного полосатого и 38,9 % - на уровне Антоновки обыкновенной, 53,93 % сеянцев забраковано (рис.).



**Рис. Особенности расщепления в потомствах гибридных семей яблони на устойчивость к морозу по 2+3 компонентам.** 1 – выход сеянцев с морозоустойчивостью выше Коричного полосатого; 2 – на уровне Коричного полосатого; 3 – На уровне Антоновки обыкновенной; 4 – селекционный брак.

Таким образом, применение браковок по компонентам зимостойкости на ранних стадиях жизни сеянцев в лабораторных условиях позволяет ежегодно исследовать большой объем гибридного фонда и в результате сокращения исходной популяции снижать затраты на селекционный процесс.

#### Библиография

1. Седов Е.Н., Корнеева С.А., Янчук Т.В., Серова З.М. Длительность селекционного процесса у яблони и пути его сокращения // Садоводство и виноградарство. 2019. № 4. С. 5-9.
2. Седов Е.Н., Макаркина М.А., Седышева Г.А., Ожерельева З.Е., Серова З.М. Приоритетные направления и результаты в селекции яблони // Современное садоводство. 2016. № 3 (19). С. 8-17.9.
3. Огольцова Т.П., Долматов Е.А. Принципы построения современных селекционных программ // Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел, 1995. С. 26-32.
4. Тюрина М.М., Гоголева Г.А. Ускоренная оценка зимостойкости плодовых и ягодных культур. М., 1978. 48 с.
5. Седов Е.Н., Красова Н.Г., Жданов В.В., Серова З.М. Новые иммунные к парше сорта яблони селекции ВНИИСПК и слаборослые вставочные подвои для садов интенсивного типа / Новые сорта и технологии возделывания плодовых и ягодных культур для садов интенсивного типа. Тез. докл. и выст. на межд. науч.-метод. конф. Орел, 18-21 июля 2000 г. Орел, 2000. С. 200-202.
6. Седов Е.Н., Серова З.М., Красова Н.Г., Макаркина М.А., Ожерельева З.Е., Салина Е.С. Сорта яблони селекции ВНИИСПК как источники и доноры хозяйственно ценных признаков // Садоводство и виноградарство. 2018. № 3. С. 16-21.
7. Жданов В.В., Седов Е.Н. Отбор на дигенную устойчивость к парше в потомствах яблони // Основные направления и методы селекции семечковых культур. Материалы к межд. науч.-метод. конф. Орел, 31 июля – 3 августа 2001 г. Орел, 2001. С. 30-32.
8. Седов Е.Н. Селекция яблони. М. 1989. С. 89-114.
9. Агапкина С.Ф. Наследование высокого уровня зимостойкости в гибридном потомстве яблони // Дисс. ... канд. с.-х. наук. М., 1988. 139 с.
10. Савельев Н.И. Селекционно-генетическая оценка яблони в средней полосе России // Дисс. ... доктора с.-х. наук. М., 1998. 447 с.

### References

1. Sedov E. N., Korneeva S. A., Yanchuk T. V., Serova Z. M. The duration of the selection process in Apple trees and the ways of its reduction // Horticulture and viticulture. 2019. N. 4. Pp. 5-9.
2. Sedov E. N., makarkina M. A., sedysheva G. A., Kolereva Z. E., Serova Z. M. Priority directions and results in Apple selection // Modern horticulture. 2016. N. 3 (19). Pp. 8-17.
3. Ogoltsova T. P., Dolmatov E. A. Principles of construction of modern selection programs // Program and method of selection of fruit, berry and nut crops. Orel, 1995. Pp. 26-32.
4. Tyurina M. M., Gogoleva G. A. Accelerated assessment of winter hardiness of fruit and berry crops. Moscow, 1978. 48 p.
5. Sedov E. N., Krasova N. G., Zhdanov V. V., Serova Z. M. New scab-immune Apple varieties of VNIISPK selection and low-growth insert rootstocks for intensive type gardens // New varieties and techniques of cultivation of fruit and berry crops for intensive type gardens. Texas. docl. and invoiced. on the road. science.-method. conf. Orel, July 18-21, 2000. Orel, 2000. Pp. 200-202.
6. Sedov E. N., Serova Z. M., Krasova N. G., Makarkina M. A., Kolereva Z. E., Salina E. S. Apple Varieties of VNIISPK selection as sources and donors of economically valuable traits // Horticulture and viticulture. 2018. N. 3. Pp. 16-21.
7. Zhdanov V. V., Sedov E. N. Selection for digenic resistance to scab in Apple offspring // Main directions and methods of selection of seed crops. Materials for the project. science.-method. conf. Orel, July 31-August 3, 2001. Orel, 2001. Pp. 30-32.
8. Sedov E. N. Selection of Apple trees. M. 1989. Pp. 89-114.
9. Agapkina S. F. Inheritance of a high level of winter hardiness in the hybrid offspring of Apple trees // Diss. ... kand. s.-h. sciences. Moscow, 1988. 139 pp.
10. Savelyev N. I. Selection and genetic assessment of Apple trees in the middle zone of Russia // Diss. ... doctor of agricultural Sciences. Moscow, 1998. 447 PP.

### Сведения об авторе

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)

### Information about 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)

УДК: 633.367.3(470. 325)Р

*В.А. Сергеева, А.А. Муравьев, И.С. Муравьева, И.И. Макаренко*

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА ЛЮПИНА БЕЛОГО В УСЛОВИЯХ ВОЛОКОНОВСКОГО РАЙОНА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** В 2017-2019 гг. в ИП КФХ Макаренко Е.И. проведены полевые производственные опыты: по изучению новых перспективных сортов люпина белого; по влиянию минеральных азотных удобрений на урожайность сорта Алый парус; по усовершенствованию адаптивной технологии возделывания люпина белого в Волоконовском районе Белгородской области. Величина линейного роста растений сортов люпина зависела как от погодных условий вегетационных периодов, так и от сорта. Все изучаемые сорта формировали большую высоту, чем стандартный сорт Дега, а максимальное её значение установлено в фазу образования бобов у сорта Алый парус – 58,7 см (на 13,6 см выше стандарта). Функционирование симбиотического аппарата сортов люпина белого в годы исследований находилось на довольно высоком уровне. Так, в среднем по сортам в фазу нарастание листьев и цветение количество обнаруженных клубеньков колебалось от 7,3 шт./раст. до 9,3 шт./раст. Наименьшее число клубеньков в эти фазы было на корнях стандартного сорта Дега 6,1–8,2 шт./раст., наибольшее у сорта Алый парус 8,8–10,9 шт./раст. В фазу образования бобов активность клубеньков уменьшалась на 12,5–30%, а в среднем по сортам – 23,5 %. Максимальное число активных клубеньков и их масса в эту фазу были установлены у сорта Алый парус 10,5 шт./раст. и 30,8 мг./раст. Урожайность сортов в опыте имела свои различия. В среднем за три года исследований стандартный сорт Дега сформировал урожайность на уровне 2,18 т/га, Мичуринский – 2,24 т/га (на 2,7 % больше стандарта), Деснянский – 2,28 т/га (на 4,4 % больше стандарта), а урожайность сорта Алый парус была максимальной среди изучаемых сортов – 2,59 т/га (на 15,8 % или 0,41 т/га выше стандарта). При внесении минеральных удобрений урожайность сорта Алый парус в среднем за три года была выше контроля и изменялась следующим образом: при внесении сульфата аммония  $N_{30}$  – на 0,06 т/га; аммиачной селитры  $N_{30}$  – на 0,12 т/га; при применении мочевины  $N_{30}$  была максимальной – 2,79 т/га, что больше чем на контроле – на 0,2 т/га. Разработана адаптивная технология возделывания люпина белого, обеспечивающая высокую и стабильную урожайность его зерна в условиях ИП КФХ Макаренко Е.И. Волоконовского района Белгородской области.

**Ключевые слова:** люпин белый, сорта, минеральные удобрения, урожайность, технология возделывания.

### TECHNOLOGY FOR PRODUCING WHITE LUPINE GRAIN UNDER THE CONDITIONS OF VOLOKONOVSKY DISTRICT OF THE BELGOROD REGION

**Abstract:** In 2017-2019 in IP KFH Makarenko E.I. field production experiments were conducted: to study new promising varieties of white lupine; by the influence of mineral nitrogen fertilizers on the productivity of the Scarlet Sail variety; to improve the adaptive technology of cultivation of white lupine in the Volokonovsky district of the Belgorod region. The magnitude of the linear growth of plants of lupine varieties depended both on the weather conditions of the growing season and on the variety. All studied varieties formed a greater height than the standard Degas variety, and its maximum value was established in the phase of the formation of beans in the Scarlet Sail variety – 58,7 cm (13,6 cm higher than the standard). The functioning of the symbiotic apparatus of white lupine varieties during the years of research was at a fairly high level. So, on average, the varieties in the phase of leaf growth and flowering, the number of detected nodules ranged from 7,3 pcs./plant up to 9,3 pcs./plant. The smallest number of nodules in these phases was on the roots of the standard Degas variety of 6,1–8,2 pcs./plant. The largest in the variety Scarlet sail was 8,8–10,9 pcs./plant. In the phase of the formation of beans, the activity of nodules decreased by 12,5–30%, and on average by variety — 23,5%. The maximum number of active nodules and their mass in this phase were established for the Scarlet Sail variety of 10,5 pcs./plant and 30,8 milligrams per plant. The yield of varieties in the experiment had its differences. On average, over three years of research, the standard Degas variety produced yields of 2,18 t/ha, Michurinsky – 2,24 t/ha (2,7 % more than the standard), Desnyansky – 2,28 t/ha (4,4% more than the standard), and the yield of the Scarlet Sail variety was the highest among the studied varieties – 2,59 t/ha (15,8% or 0,41 t/ha higher than the standard). When mineral fertilizers were applied, the productivity of the Scarlet Sail variety on average for three years was higher than the control and changed as follows: when applying ammonium sulfate  $N_{30}$  - by 0,06 t/ha; ammonium nitrate  $N_{30}$  – at 0,12 t/ha; when applying urea,  $N_{30}$  was maximum – 2,79 t/ha, which is 0,2 t/ha more than in the control. An adaptive technology has been developed for the cultivation of white lupine, providing a high and stable yield of its grain in the conditions of IP KFH Makarenko E.I. Volokonovsky district of Belgorod region.

**Keywords:** white lupine, varieties, mineral fertilizers, productivity, cultivation technology.

**Введение.** В регулярно меняющихся мировых рыночных условиях отечественное аграрное производство в последнее десятилетие стремится к импортозамещению растениеводческой, животноводческой и пищевой продукции, одновременно решая задачу сокращения

себестоимости, повышения плодородия почв, снижения пестицидной нагрузки и экономии энергетических ресурсов [8,11].

Тенденция дефицита дешевых кормов для животноводства, сырья для промышленности наблюдается довольно давно, формируя проблему самообеспеченности. В её решении главная роль принадлежит зерновым бобовым культурам, которые обладают высокой средообразующей способностью, позволяют сократить затраты на азотные удобрения при их возделывании и возделывании последующих культур севооборота [2,4,6].

Для успешного решения проблемы дефицита белка все большее значение придается традиционным зерновым бобовым культурам гороху и сое, однако заслуживает особого внимания относительно новая культура для Центрально-Черноземного региона – люпин белый [7,14].

Хозяйства Белгородской области являются крупными производителями растениеводческой и животноводческой продукции Российской Федерации. Для реализации принятого в области проекта по развитию сельского хозяйства, воспроизводства плодородия и повышения урожайности сельскохозяйственных культур требуется поиск и внедрение в производство инновационных, экономически выгодных агротехнологий возделывания зерновых бобовых культур, как основного источника замещения импортного пищевого и кормового белка [9,10].

К сожалению, ассортимент зерновых бобовых культур представлен лишь монокультурой соей, вытеснившей за этот период из структуры посевных площадей горох. Но, не смотря на значительные площади её посева более 200 тысяч гектар, урожайность остается на невысоком уровне, в среднем за анализируемый период 1,8-2,4 т/га [17].

Проанализировав данные многочисленных полевых опытов по интродукции новых зернобобовых можно констатировать, что наибольший интерес для нашего региона представляет люпин белый. Площади посева сравнительно недавно были сконцентрированы в Нечерноземье, но интродукция и адаптивность сортов люпина белого позволили сделать вывод о целесообразности размещения этой ценной высокобелковой культуры в Центрально-Черноземной зоне Российской Федерации [12,13].

Возделывание люпина белого способствует сохранению и поддержанию естественного уровня плодородия почвы, а при его размещении в качестве сидеральной культуры – и расширенному воспроизводству, что немаловажно при переходе на альтернативные источники органики в условиях производства экологически безопасной продукции [1,3,5].

Главное условие при получении высоких урожаев люпина – это изучение и активное внедрение в производство новых пластичных его сортов. Работа по созданию таких регулярно проводится селекционерами ФГБНУ ВНИИ люпина, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева и НИИСХ ЦРНЗ, это позволяет значительно расширить посевные площади люпина белого и получать стабильные урожаи семян даже в различных условиях Центрально Черноземного региона России [15,16].

Для интродукции люпина белого и получения высоких урожаев семян его новых высокопродуктивных сортов необходима разработка современной технологии, максимально адаптированной к местным почвенно-климатическим условиям. Вопросы технологии возделывания люпина белого в Белгородской области изучались неоднократно, но для условий Волоконовского района Белгородской области отличаются новизной и особой актуальностью.

**Цель исследования.** Изучить особенности вегетации и продукционного процесса растений новых высокопродуктивных сортов люпина белого в условиях ИП КФХ Макаренко Е.И. Волоконовского района Белгородской области, определить наиболее эффективные минеральные азотные удобрений для сорта Алы́й парус, выявить резервы и обосновать технологию возделывания люпина белого для условий района.

**Материалы условия и методы исследований.** Опыты по сортоизучению люпина белого, влиянию минеральных азотных удобрений на урожайность сорта Алы́й парус и разработке адаптивной технологии возделывания проводили в 2017-2019 гг. по общепринятым методикам на базе ИП КФХ Макаренко Е.И. Волоконовского района Белгородской области.

В первом опыте объектами изучения были сорта люпина белого: Дега, Мичуринский, Альый парус и Деснянский. Их высевали в четырехкратной повторности, площадь учетной делянки 250 м<sup>2</sup>. Во втором опыте объектом изучения был сорт люпина белого Альый парус и азотные удобрения аммиачная селитра, мочевины, сульфат аммония, которые в дозе 30 кг д.в./га вносили под предпосевную культивацию. Схема защиты растений люпина от вредителей болезней и сорняков была одинаковой и применялась на обоих опытах.

По данным агрохимического обследования, проведенного в 2017 году почвенный покров ИП КФХ Макаренко Е.И. представлен чернозёмом типичным с содержанием гумуса в пахотном слое – 4,75 %, рН солевой вытяжки – 6,2, со средним содержанием основных элементов питания.

Погодные условия во время проведения исследований были вполне типичными для Волоконовского района, но отличались за период исследований незначительными изменениями температуры и количества выпавших осадков. Более благоприятным был 2018 год осадков выпало больше нормы на 37 мм, а среднесуточная температура не превышала среднюю многолетнюю. Несколько хуже условия вегетации были в 2017 году, когда в фазу цветения у люпина была повышенная температура без выпадения осадков. Условия вегетации люпина в 2019 году следует считать недостаточно благоприятными из-за отсутствия осадков в период налива семян, но более скороспелые сорта (Мичуринский и Деснянский) в этот год обеспечили большую урожайность в сравнении с 2017 годом, что связано с более быстрым прохождением фаз развития сорта Дега и Альый парус сформировали меньшую урожайность в 2019 г в сравнении с 2017 годом.

**Результаты исследований.** В любой технологии возделывания важнейшим и мало затратным агротехническим приемом является подбор сортов, который в наших исследованиях был проведен на основании собственных опытов. Это позволило в 2017-2019 гг. в производственных опытах, проведенных в ИП КФХ Макаренко Е.И. определить и установить особенности роста и развития растений сортов люпина белого (табл.1).

**Таблица 1 – Высота растений сортов люпина белого, см (2017-2019гг.)**

Вариант опыта	Среднее на одно растение, см				
	нарастание листьев	ветвление	бутонизация	цветение	образование бобов
Дега, St	10,1	14,5	25,6	31,1	45,1
Мичуринский	12,6	20,4	32,2	40,6	53,5
Альый парус	14,3	22,6	35,7	45,7	58,7
Деснянский	13,5	19,8	30,6	39,5	43,5
В среднем по сортам	12,6	19,3	31,0	39,2	50,2

Методикой исследований предусматривалось проведение наблюдений за линейным ростом растений сортов люпина, который позволяет определить сортовую реакцию растений на условия вегетационных периодов. В среднем за три года линейный рост растений сортов люпина изменялся от 10,1 см (в фазу нарастание листьев) до 58,7 см (в фазу образование бобов).

В среднем по сортам и фазам развития люпина величина линейного роста варьировала от 12,6 см до 50,2 см. Наиболее интенсивное нарастание высоты растений фактически в 1,4-1,8 раза отмечалось у всех изучаемых сортов в межфазный период ветвление – бутонизация. В фазу образование бобов линейный рост растений сортов люпина был максимальным и изменялся от 43,5 см до 58,7 см. У сорта Деснянский растения сформировали за изучаемый период наименьшую высоту 43,5 см, что на 1,6 см меньше стандарта. Высота растений сорта Мичуринский была выше стандарта и сорта Деснянский на 8,4 см и 9,8 см. Максимальную высоту за период проведения опытов сформировали растения сорта Альый парус – 58,7 см (на 13,6 см выше стандарта). Полученные данные позволяют сделать вывод о более высокой пластичности в разные по условиям годы сорта Альый парус.



Симбиотический аппарат зерновых бобовых культур, в том числе и люпина, является сложной системой взаимодействия штаммов специфических бактерий и растения. Активность симбиоза зависит от многих факторов, и в условиях различных вегетационных периодов эффективность симбиоза неодинакова. Нашими исследованиями была проведена оценка формирования и функционирования симбиотического аппарата у изучаемых сортов. Число образовавшихся и активных клубеньков на корнях растений люпина было неодинаковым в учетные фазы их развития. Так в фазу нарастание листьев и цветение все обнаруженные клубеньки были активными (табл.2).

**Таблица 2 – Число клубеньков на корнях растений сортов люпина белого, шт./растение (2017-2019гг.)**

Вариант опыта	Фенологические фазы					
	нарастание листьев		цветение		образование бобов	
	всего	активных	всего	активных	всего	активных
Дега, St	6,1	6,1	8,2	8,2	10,5	7,3
Мичуринский	7,2	7,2	9,5	9,5	12,0	8,8
Алый парус	8,8	8,8	10,9	10,9	13,8	10,5
Деснянский	6,9	6,9	8,5	8,5	11,2	9,8
В среднем по сортам	7,3	7,3	9,3	9,3	11,9	9,1

В среднем по сортам в эти фазы количество обнаруженных клубеньков колебалось от 7,3 шт./раст. до 9,3 шт./раст. Наименьшее число клубеньков в эти фазы было на корнях стандартного сорта Дега 6,1–8,2 шт./раст., наибольшее у сорта Алый парус 8,8–10,9 шт./раст. в фазу образования бобов активность клубеньков уменьшалась на 12,5–30%, а в среднем по сортам – 23,5 %. Максимальное число активных клубеньков в эту фазу было установлено у сорта Алый парус 10,5 шт./раст., тогда как у стандарта 7,3 шт./раст.

Масса подсчитанных на корнях растений сортов люпина клубеньков также имела различия и зависела как от сортов, так и от фаз развития. В среднем по сортам за 2017-2019 гг. масса клубеньков изменялась от 12,1 до 35,5 мг/растение (табл.3).

**Таблица 3 – Масса клубеньков у растений сортов люпина белого, мг/раст. (2017-2019 гг.)**

Вариант опыта	Фенологические фазы			
	нарастание листьев		цветение	
	всего	активных	всего	активных
Дега, St	10,0	22,9	17,5	30,3
Мичуринский	12,5	26,8	20,2	36,8
Алый парус	14,2	30,8	21,5	40,6
Деснянский	11,5	20,4	18,7	34,2
В среднем по сортам	12,1	25,2	19,5	35,5

В опыте была выявлена закономерность в формировании не только количества, но и массы клубеньков. В фазу нарастание листьев масса клубеньков по сортам изменялась от 10 мг/раст. (Дега, St) до 14,2 мг/раст. (Алый парус). У остальных сортов Деснянский и Мичуринский масса клубеньков также была больше чем у стандарта на 1,5 мг/раст. и 2,5 мг/раст. и составила 11,5 мг/раст. и 12,5 мг/раст. В фазу цветение масса клубеньков была больше у всех сортов на 33,9–40 % чем в фазу нарастание листьев, в среднем по сортам масса клубеньков в эту фазу составила 19,5 мг/раст. В фазу образование бобов масса всех клубеньков, обнаруженных на корнях сортов люпина была, максимальной за всю вегетацию и варьировала от 30,3 мг/раст. до 40,6 мг/раст. Масса активных клубеньков в эту фазу у всех сортов была больше чем в предыдущие фазы развития и изменялась от 22,9 мг/раст. до 30,8 мг/раст., а в среднем по сортам 25,2 мг/раст.

Фотосинтетическая деятельность растений сортов люпина белого существенно различалась по годам и сортам, у всех сортов была выше стандарта. В среднем за три года наименьшей она была у сорта Дега, St (24,5 тыс.м<sup>2</sup>/га), максимальной у сорта Алый парус (29,7 тыс.м<sup>2</sup>/га).

Результатом фотосинтетической и симбиотической деятельности растений сортов люпина белого является урожайность, которая в наших опытах зависела как от сорта, так и от особенностей вегетационного периода. Анализируя полученные данные, можно констатировать, что в среднем по сортам за 2017-2019 гг. урожайность варьировала от 2,08 т/га до 2,77 т/га (табл.4).

**Таблица 4 – Урожайность сортов люпина белого, т/га (2017-2019гг.)**

Вариант	Годы			Средняя
	2017	2018	2019	
Дега, St	1,90	2,80	1,83	2,18
Мичуринский	2,05	2,54	2,12	2,24
Алый парус	2,47	2,94	2,35	2,59
Деснянский	1,91	2,79	2,14	2,28
В среднем по сортам	2,08	2,77	2,11	-
НСР <sub>05</sub>	0,11	0,16	0,20	-

Достоверно больше стандарта прибавку урожая в 2017 году получена у сорта Мичуринский – 0,15 т/га и Алый парус – 0,57 т/га, а сорт Деснянский сформировал урожайность на уровне стандарта 1,91 т/га. В 2018 году лишь сорт Алый парус превысил стандарт по урожайности на 0,14 т/га и эта прибавка была достоверной. Как и в предыдущем году, урожайность сорта Деснянский была на уровне стандарта – 2,79 т/га, а сорта Мичуринский существенно ниже стандарта – 2,54 т/га, тогда как у стандарта Дега – 2,80 т/га. В 2019 году среднесортная урожайность была на уровне 2,11 т/га, а все сорта формировали достоверно большую прибавку. Наименьшая урожайность установлена у сорта Дега, St – 1,83 т/га, сорт Мичуринский дал прибавку – 0,29 т/га, Деснянский – 0,31 т/га, Алый парус сформировал максимальную урожайность в этом году – 2,35 т/га с достоверной прибавкой – 0,52 т/га. В среднем за три года исследований стандартный сорт Дега сформировал урожайность на уровне 2,18 т/га, Мичуринский – 2,24 т/га (на 2,7 % больше стандарта), Деснянский – 2,28 т/га (на 4,4 % больше стандарта), а урожайность сорта Алый парус была максимальной среди изучаемых сортов – 2,59 т/га (на 15,8 % или 0,41 т/га выше стандарта).

В производственном опыте 2 в 2017-2019 гг. проводилось изучение влияния минеральных азотных удобрений на урожайность семян сорта люпина белого Алый парус (табл.5).

**Таблица 5 – Урожайность люпина белого сорта Алый парус в зависимости от удобрений, т/га (2017-2019 гг.)**

Вариант	Годы			Средняя
	2017	2018	2019	
Контроль	2,47	2,94	2,35	2,59
Аммиачная селитра N <sub>30</sub>	2,51	3,32	2,29	2,71
Мочевина N <sub>30</sub>	2,58	3,35	2,43	2,79
Сульфат аммония N <sub>30</sub>	2,40	3,24	2,31	2,65
В среднем по сортам	2,49	3,21	2,35	-
НСР <sub>05</sub>	0,21	0,14	0,31	-

Для этого были выбраны наиболее распространенные азотные удобрения: аммиачная селитра, мочевина и сульфат аммония. Их вносили под предпосевную культивацию в дозе 30 кг/га в действующем веществе. Средняя по годам и вариантам опыта урожайность люпина сорта Алый парус изменялась от 2,35 т/га до 3,21 т/га.

Достоверно большая прибавка урожая семян люпина белого при применении всех азотных удобрений получена лишь в 2018 году, так при применении аммиачной селитры N<sub>30</sub> прибавка к контролю составила 0,38 т/га, при внесении мочевины N<sub>30</sub> – 0,41 т/га, при применении сульфата аммония N<sub>30</sub> – 0,3 т/га. В остальные годы исследований прибавка урожая при применении удобрений была несущественной или несущественно меньше чем на контроле. В среднем за период опытов при внесении сульфата аммония N<sub>30</sub> – 0,06 т/га, аммиачной се-

литры  $N_{30} - 0,12$  т/га, а при применении мочевины  $N_{30}$  была максимальной – 0,2 т/га, этот же вариант обеспечил лучшую урожайность 2,79 т/га.

Имеющиеся данные были положены в основу разработки адаптивной ресурсосберегающей технологии возделывания люпина белого в данном хозяйстве на основе интенсификации биологических факторов земледелия и материально - технических ресурсов производства.

По разработанной и усовершенствованной технологии посеvy люпина размещали после яровых зерновых культур, солому которых измельчали и распределяли по полю с целью поступления в почву свежей органики. Такое размещение позволяет усилить борьбу с двудольными сорняками еще в посевах предшественника.

По завершению уборки для ускорения разложения соломы вносили 10 кг. д.в. аммиачной селитры МТЗ – 82 + РУМ – 5, затем с целью провокации сорняков к прорастанию и заделки соломы с удобрением выполняли лущение на глубину 8-10 см трактором Т-150 с тяжелой дисковой бороной БДТ – 7. По мере отрастания сорной растительности и особенно двудольных однолетних и многолетних сорняков с осени было принято меры по борьбе с ними путем внесения гербицида сплошного действия Торнадо, ВР – 1,5-3,0 л/га прицепным опрыскивателем AMAZONE UG 3000 nova с нормой расхода рабочего раствора 250-300 л/га.

Так как в районе размещения хозяйства нередки засухи, нами было принято решение о проведении глубокого безотвального рыхления 25-30 см, с целью максимального накопления осенней влаги и зимних осадков.

Весной при наступлении физической спелости почвы проводили боронование тяжелыми боронами Т-150К + СГ-21 + 48 БЗТС – 1,0, затем предпосевную культивацию непосредственно перед посевом, при прогревании посевного слоя до 6-7<sup>0</sup>С на глубину 3-4 см Т-150К + КПП- 6,9.

Минеральные удобрения под люпин белый при высоком уровне плодородия чернозёмной почвы, как правило, не вносят. Однако, учитывая данные собственных производственных опытов мы рекомендуем вносить мочевины  $N_{30}$  МТЗ – 82 + РУМ – 5, что повышает урожайность зерна в неблагоприятных условиях вегетации и обеспечивает растения необходимым количеством азота в начальный период роста, когда симбиотический азот еще не фиксируется (табл.6).

Заблаговременно за 2-3 недели до посева проводили протравливание семян люпина белого против болезней препаратом Максим XL, 1,5-2,0 л/т с добавлением воды 10-12 л/т, используя агрегат ПС-20. Непосредственно перед посевом рекомендуется проводить предпосевную инокуляцию семян, но в наших опытах ввиду большого объема семенного материала рациональным посчитали применить Ноктин А (для люпина) 1-3 л/т семян совместно с консервантом стабилизатором Пронок мульти 0,5-1,5 л/т, он обеспечивает сохранность бактерий в течение 15-21 дней после инокуляции.

При прогревании посевного слоя почвы до 6-7<sup>0</sup>С был проведен посев с нормой высева 1,0-1,2 млн. шт. всхожих семян на 1 га на глубину 3-4 см агрегатом МТЗ – 82 + СЗ – 5,4 + БЗЛ-0,2. Через 2-3 дня после посева поля обработали смесью почвенных гербицидов Серп, ВРК 0,4 л/га + Гонор, КС - 2 л/га агрегатом МТЗ – 82 + AMAZONE UG 3000 nova с нормой расхода рабочего раствора 250-300 л/га. В борьбе с болезнями люпина белого кроме протравливания, начиная с ранних фаз развития, проводили однократную обработку по вегетации Амистар экстра (0,5 л/га).

При превышении ЭПВ злаковых сорняков работали граминицидом Лемур, КЭ – 1,0 л/га при однолетнем типе засорения, а 1,5 л/га при наличии многолетних злаковых сорняков.

Важное значение при получении высоких урожаев люпина имеют листовые подкормки, которые в нашей технологии проводились двукратно в фазу ветвление и до бутонизации применяли Биогумат с микроэлементами S+Zn+Mo+B 250 мл/га МТЗ – 82 + AMAZONE UG 3000 nova рабочего раствора 200-250 л/га.

В условиях 2019 года был значительно превышен ЭПВ бабочки чертополоховки, в 2018 году на посевах люпина был замечен луговой мотылек и тля, для борьбы с которыми применяли Кинфос, КЭ – 0,3-0,5 л/га.

**Таблица 6 – Технологическая схема возделывания люпина белого для условий ИП КФХ Макаренко Е.И.**

Сроки проведения	Основные операции
Начало августа	Уборка зерновых культур с оставлением соломы 4-5 т/га, Acros 560
Вслед за уборкой	Внесение аммиачной селитры 10-15 кг .д.в на тонну соломы МТЗ – 82 + РУМ - 5
Вслед за внесением удобрений	Лушение на глубину 8-10 см, Т-150К + БДТ – 7
При массовом отрастании многолетних однодольных и двудольных сорняков	Внесение гербицида сплошного действия Торнадо, ВР – 1,5-3,0 л/га МТЗ – 82 + AMAZONE UG 3000 nova
Безотвальное рыхление	Чизелевание с целью максимального накопления влаги Т-150+ПСКУ-5(чизель) на 25-30 см
При физической спелости почвы	Ранневесеннее боронование; Т-150К + СГ-21 + 48 БЗТС – 1,0
Под предпосевную культивацию	Внесение удобрений с учетом содержания в почве Мочевина N <sub>30</sub> МТЗ – 82 + РУМ - 5
В оптимальные сроки	Предпосевная культивация на глубину 3-4 см; Т-150К + КПП- 6,9
За 2-3 недели до посева	Протравливание семян Максим XL – 1,5 – 2,0 л/т с добавлением воды 10-12 л/т, ПС-20
В день посева или за 15 -21 день до посева	Обработка семян Ноктин А (для люпина) 1-3 л/т семян + консервант стабилизатор Пронок мульти 0,5-1,5 л/т
Прогревание посевного слоя до 6-7 <sup>0</sup> С	Посев рядовой МТЗ – 82 + СЗ – 5,4 + БЗЛ-0,2; норма высева семян 1,1 – 1,2 млн. шт./га (285 – 310 кг/га), глубина заделки 3-4 см
На 2-3 день после посева	Внесение смеси почвенных гербицидов Серп, ВРК 0,4 л/га + Гонор, КС - 2 л/га; МТЗ – 82 + AMAZONE UG 3000 nova
Начиная с фазы стеблевания	Обработка против болезней фунгицидами Амистар экстрa (0,5 л/га), МТЗ 82 + AMAZONE UG 3000 nova
Начиная с фазы ветвление двукратно	Опрыскивание посевов Биогуматом с микроэлементами S+Zn+Mo+B 250 мл/га МТЗ – 82 + AMAZONE UG 3000 nova
В ранние фазы развития злаковых сорняков	В зависимости от типа засорения Лемур, КЭ – 1,0-1,5 л/га, МТЗ 82 + AMAZONE UG 3000 nova
По мере превышения ЭПВ вредителей	При превышении ЭПВ тли, гусениц лугового мотылька и других чешуекрылых опрыскивание Кинфос, КЭ – 0,3-0,5 л/га.
Высыхание на корню до стандартной влажности	Уборка прямым комбайнированием Acros 560 при частоте вращения барабана 650 – 800 об/мин.

Уборку белого люпина проводили прямым комбайнированием Acros 560 при частоте вращения барабана 650 – 800 об/мин. в начале августа или второй декаде августа, так как растения в отличие от других бобовых не полегают, бобы устойчивы к растрескиванию, а зерно не осыпается и может в условиях Волоконовского района высыхать на корню до стандартной влажности.

**Заключение.** Таким образом, в результате производственных опытов 2017-2019 гг., проведенных в ИП КФХ Макаренко Е.И., выявлено преимущество сорта Алыш парус как наиболее адаптивного для условий хозяйства. Азотное минеральное удобрение мочевина N<sub>30</sub> оказывало положительное влияние на урожайность сорта Алыш парус, которая в среднем за три года исследований составила 2,79 т/га. Изученные нами агротехнические приемы в условиях хозяйства позволили детально изучить и усовершенствовать технологию возделывания люпина белого на семена, которая позволяет в различных условиях вегетационных периодов получать довольно высокий и стабильный урожай этой ценной зерновой бобовой культуры.

### Библиография

1. Агротехнические приемы получения высокого урожая люпина белого [Текст] / В.А. Сергеева, А.А. Муравьев, В.Н. Наумкин // Аграрная наука. – 2016. – № 7. – С. 4-7.
2. Адаптивная технология возделывания люпина белого на чернозёмах Центрально - Чернозёмного региона [Текст] / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, А. А. Муравьев, А. И. Артюхов, М. И. Лукашевич // Кормопроизводство. – 2013. – №10. – С. 5-7.
3. Влагообеспеченность и урожайность сортов кормового люпина в лесостепной части Центрального Черноземья [Текст] / В.А. Сергеева, А.А. Муравьев // Кормопроизводство – 2016. - № 10. – С. 43-47.
4. Влияние инокуляции семян, удобрений и регулятора роста на продуктивность люпина белого [Текст] / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, А.А. Муравьев, А. И. Артюхов, М. И. Лукашевич // Земледелие. – 2013. –№ 7. – С. 36-38.
5. Влияние минеральных удобрений и регулятора роста на биоэнергетическую эффективность возделывания кормового белого люпина [Текст] / А.А. Муравьев, В.А. Сергеева // Сборник научных статей по материалам XIX Международной научно-практической конференции Современные технологии сельскохозяйственного производства. – Гродно: Гродненский ГАУ, 2016. – С. 84-86.
6. Возделывание люпина белого в засушливых условиях лесостепи Центрально – Чернозёмного региона [Текст] / А. А. Муравьев, В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина // Аграрная наука. – 2013. – №4. – С. 12-14.
7. Муравьев А.А., Сергеева В.А. Федотов В.А. и др. Результаты изучения видов люпина в лесостепи Центрального Черноземья [Электронный ресурс] / Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. [https://www.rjpbcs.com/2018\\_9.3.html](https://www.rjpbcs.com/2018_9.3.html). Volume 9, Issue 3, (May-June) 2018 P. 1554-1560 (180)
8. Наумкин В.Н., Мещеряков О.Д., Муравьев А.А., Артюхов А.И., Лукашевич М.И. Продуктивность люпина белого в зависимости от инокуляции семян и дозы минеральных удобрений // Кормопроизводство. – 2012. №3. – С. 17-19.
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.
10. Особенности роста и развития растений люпина белого сорта Деснянский в Центральном Черноземье [Текст] / А.А. Муравьев, А.Н. Крюков, Л.А. Наумкина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. –С. 1681-1689.
11. Продуктивность люпина белого при использовании инокуляции семян, минеральных удобрений и регулятора роста [Текст] / А. А. Муравьев, В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, А. И. Артюхов, М. И. Лукашевич // Кормопроизводство. – 2012. – № 8. – С. 23 - 24.
12. Продуктивность люпина в засушливых условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона [Текст] / В. Н. Наумкин, В.А. Сергеева, А. А. Муравьев, А.И. Артюхов М.И. Лукашевич, П.А. Агеева // Аграрная наука. – 2014. – № 4. – С. 11 – 13.
13. Ступин А. С. Технология растениеводства: учебное пособие [Текст] / А.С. Ступин, В.Н. Наумкин. – С-Пб.: Лань, 2014. – с. 592.
14. Урожайность и эффективность возделывания люпина белого в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона [Текст] / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, А.А. Муравьев, А. И. Артюхов, М. И. Лукашевич // Инновации в АПК проблемы и перспективы. – 2014. – № 4(4). – С. 75-80.
15. Урожайность новых сортов и сортообразцов люпина белого в условиях Белгородской области [Текст] / А.А. Муравьев, В.А. Сергеева, Т. Н. Лушпина // Материалы международной студенческой конференции. – Белгород: Бел ГАУ, 2016. – С.8.
16. Урожайность перспективных сортов и сортообразцов люпина узколистного в лесостепи ЦЧР [Текст] А.А. Муравьев, В.А. Сергеева // Материалы международной научно практической конференции «Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России». – Пенза: Пензенский ГАУ, 2016. – с.19-21
17. Эффективность возделывания люпина белого при разных уровнях минерального питания [Текст] / В.Н. Наумкин, А.А. Муравьев, А.Н. Крюков, А.И. Артюхов и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 4(16). – С. 61-68.

### References

1. Agrotechnical methods for obtaining a high yield of white lupine [Text] / V.A. Sergeeva, A.A. Muravyov, V.N. Naumkin // Agricultural science. - 2016. - No. 7. - P. 4-7.
2. Adaptive technology for the cultivation of white lupine on chernozems of the Central Black Earth region [Text] / V. N. Naumkin, L. A. Naumkina, A. A. Muravyev, A. I. Artyukhov, M. I. Lukashevich // Feed production. - 2013. - No. 10. - P. 5-7.
3. Moisture and yield of fodder lupine varieties in the forest-steppe part of the Central Black Earth Region [Text] / V.A. Sergeeva, A.A. Muravyov // Feed Production - 2016. - No. 10. - P. 43-47.
4. The effect of inoculation of seeds, fertilizers and growth regulator on the productivity of white lupine [Text] / V. N. Naumkin, L. A. Naumkina, A.A. Muravyov, A.I. Artyukhov, M.I. Lukashevich // Agriculture. - 2013. –№ 7. - P. 36-38.

5. The influence of mineral fertilizers and growth regulator on the bioenergy efficiency of cultivation of fodder white lupine [Text] / A.A. Muravyov, V.A. Sergeeva // Collection of scientific articles based on the materials of the XIX International scientific-practical conference Modern technologies of agricultural production. - Grodno: Grodno GAU, 2016. - P. 84-86.
6. The cultivation of white lupine in arid conditions of the forest-steppe of the Central - Chernozem region [Text] / A. A. Muravyov, V. N. Naumkin, L. A. Naumkina // Agricultural science. - 2013. - No. 4. - P. 12-14.
7. Muravyov A.A., Sergeeva V.A. Fedotov V.A. et al. Results of the study of lupine species in the forest-steppe of the Central Black Earth Region [Electronic resource] / Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciens. [https://www.rjpbcs.com/2018\\_9.3.html](https://www.rjpbcs.com/2018_9.3.html). Volume 9, Issue 3, (May-June) 2018 P. 1554-1560 (180)
8. Naumkin VN, Meshcheryakov O.D., Muravyov A.A., Artyukhov A.I., Lukashevich M.I. The productivity of white lupine, depending on the inoculation of seeds and the dose of mineral fertilizers // Feed production. - 2012. No3. - P. 17-19.
9. Organizational and technological standards for the cultivation of agricultural 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.
10. Features of the growth and development of white lupine plants of the Desnyansky variety in the Central Black Earth Region [Text] / A.A. Muravyov, A.N. Kryukov, L.A. Naumkina // Modern problems of science and education. - 2015. - No. 1-1. -P. 1681-1689.
11. The productivity of white lupine when using inoculation of seeds, mineral fertilizers and growth regulator [Text] / A. A. Muravyov, V. N. Naumkin, L. A. Naumkina, A. I. Artyukhov, M. I. Lukashevich // Feed production. - 2012. - No. 8. - P. 23 - 24.
12. Lupine productivity in arid conditions of the forest-steppe of the Central Black Earth region [Text] / V.N. Naumkin, V.A. Sergeeva, A.A. Muraviev, A.I. Artyukhov M.I. Lukashevich, P.A. Ageeva // Agricultural science. - 2014. - No. 4. - P. 11 - 13.
13. Stupin A. S. Technology of crop production: a training manual [Text] / A.S. Stupin, V.N. Naumkin. - St. Petersburg: Doe, 2014. -- p. 592.
14. Productivity and efficiency of cultivation of white lupine in the forest-steppe of the Central Black Earth region [Text] / V. N. Naumkin, L. A. Naumkina, A.A. Muravyev, A.I. Artyukhov, M.I. Lukashevich // Innovations in the agricultural sector problems and prospects. - 2014. - No. 4 (4). - P. 75-80.
15. The yield of new varieties and varieties of white lupine in the conditions of the Belgorod region [Text] / A.A. Muravyov, V.A. Sergeeva, T.N. Lushpina // Materials of the international student conference. - Belgorod: Bel GAU, 2016. -- P.8.
16. The yield of promising varieties and varieties of narrow-leaved lupine in the forest-steppe of the Central Black Sea [Text] A.A. Muravyov, V.A. Sergeeva // Materials of the international scientific-practical conference "Innovative ideas of young researchers for the agricultural sector of Russia." - Penza: Penza GAU, 2016. - p. 19-21
17. The effectiveness of the cultivation of white lupine at different levels of mineral nutrition [Text] / V.N. Naumkin, A.A. Muravyov, A.N. Kryukov, A.I. Artyukhov et al. // Leguminous and cereal crops. - 2015. - No. 4 (16). - P. 61-68.

#### Сведения об авторах

Сергеева Валентина Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства ландшафтной архитектуры и плодородства ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ им. В.Я. Горина»

Муравьев Александр Александрович, доцент кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 30850 8-951-142-75-77 [Aleksandr16\\_1988@mail.ru](mailto:Aleksandr16_1988@mail.ru)

Муравьева Ирина Сергеевна, магистрантка 1 курса агрономического факультета ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ

Макаренко Иван Иванович, студент 4 курса агрономического факультета ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ

#### Information about authors

Sergeeva Valentina Alekseevna, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, Department of land management landscape architecture and fruit growing Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, 308503, Belgorod region, Belgorod region, pos. May Street. Vavilov, 1

Muravyev Aleksander Aleksandrovich, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor, Department of Plant, selection and vegetable growing Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin, 308503, Belgorod region, Belgorod region, pos. May Street. Vavilov, 1, tel. 8-951-142-75-77

Muravyeva Irina Sergeevna 1st year master of the Faculty of Agronomy Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin

Makarenko Ivan Ivanovich 4 rd student of the Faculty of Agronomy Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin

УДК 633.16 «321»: 631.559: 631.82

*С.И. Смуров, О.В. Григоров, В.Н. Наумкин, С.Н. Ермолаев*

## **ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

**Аннотация.** Представлены результаты исследований по определению влияния предшественников и минеральных удобрений на засоренность посевов и урожайность ярового ячменя. Полевые опыты проведены в 2018-2019 гг. на полях лаборатории по изучению систем земледелия Белгородского ГАУ им. В. Я. Горина. Объект исследований – пивоваренный сорт ярового ячменя Княжич. Предметом исследований являются предшественники и минеральные удобрения. В полевом опыте в качестве предшественников использовали кукурузу на зерно (контроль), подсолнечник, сахарную свеклу и сою на 4-х фонах минерального питания: низкий фон  $N_{10}P_{10}K_{10}$ , средний фон  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , высокий фон  $N_{50}P_{50}K_{50}$  и интенсивный фон  $N_{70}P_{70}K_{70}$ . Минеральные удобрения вносили под основную обработку почвы (чизелевание), и при посеве семян ячменя в дозе  $N_{10}P_{10}K_{10}$ . В результате исследований установлено, что различные предшественники и минеральные удобрения оказывали существенное влияние на засоренность посевов и урожайность ячменя сорта Княжич. Наиболее благоприятное фитосанитарное состояние посевов ячменя обеспечивали предшественники сахарная свекла и соя, в то время как подсолнечник и кукуруза на зерно обуславливали увеличение численности видового состава сорняков и их воздушно-сухой массы практически в два раза. При возделывании культуры ячменя после сахарной свеклы и сои по всем фонам минерального питания урожайность зерна была наибольшей по сравнению с другими предшественниками и составила 3,19 т/га и 3,42 т/га на контрольном варианте припосевном удобрении  $N_{10}P_{10}K_{10}$ , и увеличивался до 5,26 и 5,28 т/га соответственно им при повышенных дозах внесения минерального удобрения. По результатам исследований выявлены новые ресурсосберегающие и экологически безопасные агротехнические приемы, лучшие предшественники и оптимальные дозы минеральных удобрений, позволяющие обеспечить высокую устойчивую урожайность ярового ячменя в условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона.

**Ключевые слова:** яровой ячмень, предшественники, минеральные удобрения, сорные растения, засоренность посевов, урожайность зерна.

## **THE CONTAMINATION OF CROPS AND YIELD OF SPRING BARLEY DEPENDING ON PREDECESSORS AND MINERAL FERTILIZERS**

**Abstract.** The results of research to determine the effect of pre-crops and mineral fertilizers on crop infestation and yield of spring barley are presented. Field experiments were conducted in 2018-2019 in the fields of the laboratory for the study of agricultural systems of the Belgorod state agrarian university V. Ya. Gorina. The object of research is the Knyazhich malting variety of spring barley. The subject of research is precursors and mineral fertilizers. In the field experiment, corn for grain (control), sunflower, sugar beet and soy were used as precursors on 4 backgrounds of mineral nutrition: low background  $N_{10}P_{10}K_{10}$ , medium background  $N_{30}P_{30}K_{30}$ , high background  $N_{50}P_{50}K_{50}$  and intensive background  $N_{70}P_{70}K_{70}$ . Mineral fertilizers were applied for basic tillage (chiseling), and for sowing barley seeds at a dose of  $N_{10}P_{10}K_{10}$ . As a result of research, it was found that various precursors and mineral fertilizers had a significant impact on the clogging of crops and the yield of Knyazhich barley. The most favorable phytosanitary condition of barley crops was provided by sugar beet and soy, while sunflower and corn for grain caused an increase in the number of species composition of weeds and their air-dry mass almost twice. When growing crops after sugar beets and soybeans for all backgrounds of mineral nutrition, the grain harvest was the highest in comparison with other precursors and amounted to 3.19 t/ha and 3.42 t/ha when applying only seed fertilizer, it increased to 5.26-5.28 t/ha, respectively, at high doses of mineral fertilizer. The research results revealed new resource-saving and environmentally friendly farming techniques, the best predecessors and in optimum doses of mineral fertilizers, allowing to provide high and stable yield of spring barley in the South-Western part of Central Chernozem region.

**Keywords:** spring barley, precursors, mineral fertilizers, weeds, crop infestation, grain yield.

**Введение.** Яровой ячмень (*Hordeum sativum* L.) – вторая после пшеницы ценная, широко распространенная, интенсивная и высокопродуктивная яровая зерновая культура в Центрально-Черноземном регионе России. Зерно ярового ячменя широко используется на корм сельскохозяйственным животным, как ценное сырьё для производства пива, солодового экстракта, перловой и ячневой круп, муки, суррогата кофе [1, 2, 3, 4].

В условиях современного адаптивного земледелия борьба с сорняками в посевах ярового ячменя один из важнейших элементов системы земледелия. Однако это не означает полное уничтожение сорняков, а поддержание их на том уровне, который не оказывал бы отрицательного влияния на рост и развитие растений посевов ячменя, урожайность и качество продукции [5, 6, 7].

В условиях Центрально-Черноземного региона Российской Федерации, в том числе и Белгородской области, причиной, сдерживающей рост урожайности зерновых культур, в том числе и ячменя, уни-

версальной ранней яровой зерновой культуры, является высокая засоренность посевов. При возделывании ячменя после пропашных культур резко возрастает количество, как однолетних ранних яровых, так и поздно прорастающих сорняков. Для борьбы с ними эффективным методом является введение зернопропашных и плодосменных севооборотов с комплексным использованием основных агротехнических приемов, таких как выбор предшественника, системы удобрений и средств защиты растений. Лишь на полях, чистых от сорняков можно гарантировано получать высокие урожаи биологически полноценной и экологически безопасной продукции [8, 9, 10, 11, 12].

Сорная растительность оказывает прямой и косвенный вред посевам ярового ячменя. Она снижает урожайность и ухудшает качество зерна в результате конкуренции за основные факторы жизни растений: воду, свет, тепло, питательные вещества; вызывает полегание растений, увеличивает затраты на уборку и послеуборочную доработку зерна [13, 14, 15, 16].

Зерновые культуры произрастают в агроценозах, в которых, к сожалению, неотъемлемой составной частью являются сорные растения. По обобщенным данным Захаренко В. А. [9] сорняки так же, как и культурные растения, потребляют из почвы большое количество основных питательных веществ: азота, фосфора, калия, кальция, магния, микроэлементов, ухудшая условия питания зерновых культур.

По данным Воробьева С. А. [17] влияние полевых культур на засоренность связано с их конкурентоспособностью. Все культуры по этому признаку он условно разделил на три группы: обладающие высокой конкурентоспособностью по отношению ко многим сорнякам (озимые и многолетние травы), средней (ячмень, овес, люпин, кукуруза) и слабой (яровая пшеница, просо, лен, картофель, горох, сахарная свекла). Возделывание в севооборотах ярового ячменя, обладающего средней конкурентоспособностью, в сочетании с рациональными агротехническими приемами в значительной степени улучшает фитосанитарное состояние почвы и посевов последующих за ним полевых культур, повышает урожайность и качество зерна [18].

Для определения целесообразности применения гербицидов следует учитывать экономический порог вредоносности, который выражается числом сорных растений на 1 м<sup>2</sup> посева. Достижение или превышение его свидетельствует об оправданности применения химических мер борьбы с ними. Для ярового ячменя экономический порог вредоносности сорных малолетних двудольных сорняков составляет 30-40 шт./м<sup>2</sup>, многолетних двудольных сорных растений (осоты и бодяки) 2-4 розетки на 1 м<sup>2</sup>, что составляет около 7 % проектного покрытия почвы сорняками. Превышение этого показателя засоренности посевов регулируется комплексными средствами интенсификации современного земледелия [16].

**Материалы и методы исследований.** Исследовательская работа по изучению влияния предшественников и минеральных удобрений проводилась в 2018 и 2019 гг. на стационарном опытном поле лаборатории по изучению систем земледелия Белгородского ГАУ в различных погодных условиях вегетации.

Почва опытного участка представляет собой чернозем выщелоченный, среднemosный, среднесуглинистый на лёссовидном суглинке. Её агрохимические показатели следующие: содержание гумуса в пахотном слое 4,9 %, гидролизуемого азота 156,5 мг/кг почвы, подвижного фосфора 228,4 мг/кг почвы, обменного калия 181,3 мг/кг почвы, обменного магния 12,77 мг/кг почвы, подвижной серы 2,27 мг/кг почвы, рН солевой вытяжки 6,0, гидролитическая кислотность 2,21 мг/экв. на 100 г почвы, сумма поглощенных оснований 39,1 мг/экв. на 100 г почвы.

Объектом исследований был районированный высокопродуктивный среднеспелый сорт ярового пивоваренного ячменя Княжич.

Площадь учетной делянки в опыте была равна 50 м<sup>2</sup>, посевной 51 м<sup>2</sup>. Делянки размещались систематически в трёхкратной повторности. Посев культуры проводили зерновой сеялкой СЗ-3,6 с междурядьем 15 см и глубиной посева 4-5 см с нормой высева равной 5,0 млн. всхожих семян на 1 га.

Полевой опыт двухфакторный: фактор А – предшественники, фактор В – фоны минерального питания. Фактор А имел четыре градации: 1 – кукуруза на зерно (контроль); 2 – подсолнечник; 3 – сахарная свекла; 4 – соя. Второй фактор также имел четыре градации: 1 – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> (низкий фон); 2 – N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> (средний фон); 3 – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> (высокий фон); 4 – N<sub>70</sub>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub> (интенсивный фон).

Учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам. Определение основных фенологических фаз роста и развития растений осуществлялось визуально по всем вариантам опыта в двух несмежных повторениях [19]. Учёт засоренности посевов проводили количественно-весовым методом [20]. Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа [21].

Агротехника возделывания ярового ячменя в опыте была следующая. После уборки предшественников и послеуборочного дискования согласно схеме опыта на запланированных делянках зер-



новой сеялкой СЗ-3,6 были внесены минеральные удобрения в виде азофоски, а затем проводили основную обработку почвы дисковой бороной БДМ-4×4 на глубину 14-16 см. Весной после схода снега, при достижении физической спелости почвы проводили закрытие влаги путём шлейфования агрегатом из борон ШБ-2,5 и ВНИС-Р, а также шлейфов из металлических уголков. Предпосевную подготовку почвы проводили лапчатыми боронами ВНИС-Р в комплекте с выравнивающей цепью. Посев ярового ячменя осуществляли зерновой сеялкой СЗ-3,6 с одновременным внесением 10 кг д. в. на 1 га азофоски. Одним проходом посевного агрегата засеивали все четыре фона минерального питания.

Защиту посевов ярового ячменя от сорной растительности проводили в фазу кущения растений в 2018 году 11 мая гербицидом Балерина Нью (0,4 л/га), а в 2019 году – 15 мая посевы культуры по предшественникам соя и сахарная свекла баковой смесью, состоящей из гербицидов Гран При (25 г/га) и Ластик Экстра (0,8 л/га) с добавкой поверхностно активного вещества Лип (0,2 л/га). По предшественникам подсолнечник и кукуруза на зерно использовали препараты Сварог (0,5 л/га) и 23 мая Ластик Экстра (0,8 л/га) в соответствии с видовым составом сорняков.

В полевом опыте засоренность посева сорняками определили перед обработкой гербицидами в фазу кущения растений культуры и перед уборкой ярового ячменя в фазу полной спелости зерна.

Метеорологические условия вегетационных периодов в годы проведения опыта отличались от среднемноголетних значений, характерных для Белгородской области. В среднем температура за вегетацию в 2018 году составила 18,9 °С, что было выше средних многолетних данных на 2,2 °С. Осадков выпало за это время больше среднемноголетней нормы на 99,8 мм, однако их распределение по фазам развития ярового ячменя было неравномерным. На начальных этапах и фазах развития растений, когда необходима влага, осадков выпадало меньше среднемноголетней нормы. Наибольшее их количество было в период полного созревания ячменя (2/3 суммы всех осадков), что не сказалось на уборке полученного урожая. В среднем за 2019 год температура за вегетацию составила 16,9 °С, что также было выше средних многолетних показателей на 2,4 °С. Наиболее жаркими были первая и вторая декады июня, когда температура составляла в среднем 21,8 °С и 23,4 °С соответственно. Наименьшая температура воздуха наблюдалась в первые две декады апреля – в первой она превышала среднемноголетнюю на 2,6 °С, во второй на 0,8 °С. За все время вегетации ярового ячменя только во второй декаде июля температура была ниже среднемноголетних данных, когда уже наступило полное созревание зерна.

Осадков за весь вегетационный период культуры в 2019 году выпало меньше среднемноголетней нормы на 85,9 мм, и их распределение по фазам развития ярового ячменя было неравномерным. Больше осадков выпадало во второй декаде апреля и в первых декадах мая и июля – 21,6 мм и 26,0 мм соответственно. По всем остальным декадам осадков выпало только от 3 % до 63 % от среднемноголетней нормы. Наибольшее их количество было в промежуток времени от фазы 2-х листьев культуры до конца её кущения (173 % среднемноголетней нормы).

**Результаты исследований и их обсуждение.** Исследования, проведенные в сложившихся засушливых погодных условиях с повышенным температурным режимом и недостаточным выпадением осадков, показали, что рост и развитие растений, а также урожайность зерна ярового ячменя на вариантах опыта во многом определялись уровнем засоренности его посевов. Её характер и степень зависели как от складывающихся погодных условий, так и от предшествующих культур, определенных схемой опыта. Влияние различных доз минерального удобрения на фоне применения средств защиты растений на засоренность посевов было менее значимым (таблица 1).

Влияние предшественников на черноземных почвах региона наиболее часто проявляется через засоренность следующих за ними культурами. Количественно-весовой учет засоренности посевов показал, что видовой состав сорняков в посевах культуры по предшественникам различался, в опытах присутствовало более 10 видов сорных растений. В сорном агроценозе преобладали однолетние двудольные и злаковые сорняки: марь белая (*Chenopodium album* L.), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), фиалка полевая (*Viola arvensis* Murray), чистец однолетний (*Stachys annua* (L.) L.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), ежовник обыкновенный (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), щетинник сизый (*Setaria pumila* (Poir.) Roem. et Schult.) и овес пустой (*Avena fatua* L.). Многолетние двудольные виды сорных растений были представлены бодяком полевым (*Cirsium arvense* (L.) Scop) и осотом полевым (*Sonchus arvensis* L.) и в посевах ярового ячменя они встречались очагами, в среднем по делянкам их количество было единичным. Также после предшественника подсолнечник в посевах изучавшейся культуры засорителем являлись и всходы падалицы подсолнечника (*Heliánthus ánnuus* L.).

**Таблица 1 - Засоренность посевов ярового ячменя перед обработкой гербицидами в зависимости от предшественников и минеральных удобрений**

Предшественник	Фон минерального питания	Число сорняков, шт./м <sup>2</sup>		
		однолетние	многолетние	всего
Кукуруза на зерно (контроль)	N10P10K10 (контроль)	122	2	124
	N30P30K30	123	3	126
	N50P50K50	125	4	129
	N70P70K70	126	3	131
Среднее по предшественнику		124	3	127
Подсолнечник	N10P10K10	64	3	67
	N30P30K30	66	3	69
	N50P50K50	73	2	75
	N70P70K70	75	2	77
Среднее по предшественнику		69	3	72
Сахарная свекла	N10P10K10	51	2	53
	N30P30K30	54	1	55
	N50P50K50	56	2	58
	N70P70K70	60	2	62
Среднее по предшественнику		55	2	57
Соя	N10P10K10	158	3	161
	N30P30K30	162	2	164
	N50P50K50	163	3	166
	N70P70K70	167	3	170
Среднее по предшественнику		162	3	165

Исходя из полученных данных было установлено, что изучаемые предшественники по-разному влияли на засоренность посевов ячменя. Так в среднем за 2019 год число сорняков в фазу кущения ярового ячменя (перед обработкой гербицидами) по предшественникам в среднем по фонам минерального питания составляло по кукурузе на зерно 127 шт./м<sup>2</sup>, подсолнечнику 72 шт./м<sup>2</sup>, сахарной свекле 57 шт./м<sup>2</sup> и сое 165 шт./м<sup>2</sup>, что было значительно выше экономического порога вредности для растений ярового ячменя. В посевах ячменя преобладали однолетние двудольные сорняки, доля многолетних сорных растений была незначительной.

В соответствии с ботаническим составом сорняков в посевах ячменя строилась, и система борьбы с ними. Критический период у ярового ячменя к сорнякам проявляется в течение 15-50 дней от начала вегетации растений (от кущения до конца колошения), что определяет необходимость их уничтожения гербицидами в этот срок.

Комплексное применение гербицидов в 2019 году в фазу кущения ячменя снижало засоренность его посевов к уборке в 3,9-7,4 раза. При учете засоренности посевов перед уборкой ярового ячменя число сорных растений существенно снизилось относительно первого учета, и было ниже экономического порога вредности на всех вариантах опыта. Наименьшее число сорных растений было отмечено по предшественнику сахарная свекла 8 шт./м<sup>2</sup>, наибольшее по сое 42 шт./м<sup>2</sup>. Следует отметить, что по предшественнику соя сорные растения в посеве ячменя находились в начальных фазах развития (семядоли и фаза первого листа). По кукурузе на зерно и подсолнечнику число сорняков в посеве составило 18 и 14 шт./м<sup>2</sup> соответственно. Снижение засоренности посевов на всех вариантах опыта происходило за счет гибели всходов как однолетних двудольных и однодольных сорняков, так и многолетних (таблица 2).

Следует отметить, что дозы минеральных удобрений оказывали меньшее влияние на численность сорных растений, чем предшественники. Однако фоны минерального питания также положительно влияли на всхожесть семян сорняков, что приводило к повышению их числа при повышенных дозах минерального удобрения.

Более надежным критерием для оценки снижения урожая возделываемых культур от сорняков является масса сорных растений, чем их численность. Причем сорняки, которые всходят позже культурных растений, менее опасны для урожая и не опасны при всходах в конце вегетации в сравнении с

теми, которые дают всходы одновременно или раньше культуры, так как имеют меньшую массу [22, 23].

**Таблица 2 - Засоренность посевов ярового ячменя перед уборкой в зависимости от предшественников и минеральных удобрений**

Предшественник	Фон минерального питания	Число сорняков, шт./м <sup>2</sup>		
		однолетние	многолетние	всего
Кукуруза на зерно (контроль)	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> (контроль)	19	0	19
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	18	0	18
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	16	1	17
	N <sub>70</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	19	0	19
Среднее по предшественнику		18	0	18
Подсолнечник	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	15	0	15
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	12	0	12
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	12	1	13
	N <sub>70</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	13	1	14
Среднее по предшественнику		13	1	14
Сахарная свекла	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	8	0	8
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	7	0	7
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	6	2	8
	N <sub>70</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	6	1	7
Среднее по предшественнику		7	1	8
Соя	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	39	0	39
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	40	1	41
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	42	0	42
	N <sub>70</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	43	1	44
Среднее по предшественнику		41	1	42

В связи с этим определенный интерес представляют данные по определению воздушно-сухой массы сорняков, которые показывают различную засоренность посевов в зависимости от предшественников и применяемых доз минеральных удобрений.

Результаты исследований показали, что перед обработкой гербицидами в фазе кущения растений ярового ячменя воздушно-сухая масса сорняков находилась в зависимости от предшественников. Так наименьшая масса однолетних и многолетних сорных растений 10,8 г/м<sup>2</sup> была получена по сахарной свекле, а наибольшая по кукурузе на зерно, 25,3 г/м<sup>2</sup>. По предшественникам подсолнечник и соя их масса составляла 13,2 г/м<sup>2</sup> и 16,1 г/м<sup>2</sup> соответственно. Масса многолетних двудольных сорняков была незначительной и варьировала в зависимости от минеральных удобрений лишь от 0,4 до 1,2 г/м<sup>2</sup> (таблица 3).

Исследованиями установлено, что фоны минерального питания оказывали меньшее влияние на воздушно-сухую массу сорняков. В зависимости от дозы минерального удобрения она различалась менее значительно, чем от предшественников.

Проведенные исследования в засушливых условиях 2019 года показали, что применение гербицидов, в зависимости от изучаемых предшественников и видов сорняков по-разному повлияло на массу сорных растений к моменту уборки урожая ярового ячменя. Определение воздушно-сухой массы сорняков в это время показало, что наименьшей она была по предшественникам сахарная свекла и соя, соответственно 7,5 г/м<sup>2</sup> и 7,8 г/м<sup>2</sup>, что было в 2,2 и 2,3 раза меньше, чем по кукурузе на зерно (контрольный вариант). По предшественнику подсолнечник наблюдалось увеличение величины воздушно-сухой массы сорняков до 12,9 г/м<sup>2</sup>.

Наибольшей их воздушно-сухая масса была по предшественнику кукуруза на зерно и составила 16,9 г/м<sup>2</sup>. При определении воздушно-сухой массы сорных растений было отмечено, что в основном их видовой состав был представлен однолетними двудольными видами и по предшественникам она варьировала от 5,8 г/м<sup>2</sup> до 17,8 г/м<sup>2</sup>. Масса многолетних сорняков была равна 0,4-1,2 г/м<sup>2</sup> и поэтому их доля в общей воздушно-сухой массе была незначительной, существенно ниже экономического порога их вредности 6,0 г/м<sup>2</sup> (таблица 4).

**Таблица 3 - Воздушно-сухая масса сорных растений в посевах ярового ячменя перед обработкой гербицидами в зависимости от предшественников и минеральных удобрений**

Предшественник	Фон минерального питания	Воздушно-сухая масса сорняков, г/м <sup>2</sup>		
		однолетние	многолетние	всего
Кукуруза на зерно (контроль)	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> (контроль)	22,8	0,6	23,4
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	22,5	0,9	23,5
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	24,4	0,9	25,3
	N <sub>70</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	25,4	1,2	26,6
Среднее по предшественнику		23,8	0,9	24,7
Подсолнечник	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	10,2	0,9	11,1
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	12,0	0,8	12,9
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	13,3	0,6	13,9
	N <sub>70</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	14,3	0,6	14,8
Среднее по предшественнику		12,4	0,7	13,2
Сахарная свекла	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	9,3	0,6	9,9
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	9,4	0,6	10,0
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	10,9	0,6	11,5
	N <sub>70</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	11,5	0,3	11,8
Среднее по предшественнику		10,3	0,5	10,8
Соя	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	13,6	0,6	14,2
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	15,5	0,6	16,1
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	16,5	0,4	16,9
	N <sub>70</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	16,6	0,6	17,2
Среднее по предшественнику		15,5	0,6	16,1

Следует отметить, что комплексное применение гербицидов сдерживало появление сорняков на протяжении всей вегетации растений ярового ячменя, и привело к снижению их численности и развитию на момент уборки урожая на всех вариантах опыта.

**Таблица 4 - Воздушно-сухая масса сорных растений в посевах ярового ячменя перед уборкой в зависимости от предшественников и минеральных удобрений**

Предшественник	Фон минерального питания	Воздушно-сухая масса сорняков, г/м <sup>2</sup>		
		однолетние	многолетние	всего
Кукуруза на зерно (контроль)	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> (контроль)	17,8	0,0	17,8
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	17,3	0,0	17,3
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	16,6	0,0	16,6
	N <sub>70</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	14,8	1,2	16,0
Среднее по предшественнику		16,6	0,3	16,9
Подсолнечник	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	13,9	0,0	13,9
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	12,6	1,2	13,8
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	11,4	1,2	12,6
	N <sub>70</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	11,3	0,0	11,3
Среднее по предшественнику		12,3	0,6	12,9
Сахарная свекла	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	7,9	0,0	7,9
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	7,7	0,0	7,7
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	5,9	1,4	7,3
	N <sub>70</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	5,8	1,3	7,1
Среднее по предшественнику		6,8	0,7	7,5
Соя	N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	7,2	1,0	8,2
	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	7,8	0,0	7,8
	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	7,0	1,0	8,0
	N <sub>70</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>	7,3	0,0	7,3
Среднее по предшественнику		7,3	0,5	7,8

Таким образом, наиболее благоприятное фитосанитарное состояние посевов ярового ячменя ко времени его уборки обеспечивали предшественники сахарная свекла и соя, в то время как подсолнечник и кукуруза на зерно обуславливали увеличение численности видового состава и воздушно-сухой массы в 1,7 и 1,7 и 2,2-2,3 раза соответственно. Влияние использовавшихся в опыте доз минерального удобрения на изменение количества и видового состава, а также вегетативной массы сорных растений было менее значимым. Отмечено некоторое увеличение численности видов сорняков и снижение их воздушно-сухой массы при повышении уровня удобрённости посевов. При этом в посевах преобладали (95,1 %) однолетние двудольные сорняки, доля многолетних двудольных сорняков была незначительной.

Величина урожая ярового ячменя является основным показателем при выборе лучших предшественников и оптимальных доз минеральных удобрений и выражает его количественный результат. Наиболее полная реализация потенциальных возможностей культуры может быть достигнута только при направленном возделывании с учетом почвенно-климатических условий, её реакции на элементы агротехники и складывающиеся метеорологические условия. В производственных условиях высокий потенциал культуры реализуется в лучшем случае на 50-60 %. Такое положение создается потому, что технология возделывания ярового ячменя часто применяется без учета предшественников и уровня минерального питания. Высокие сборы зерна с необходимыми качествами, можно получать только при высокой культуре земледелия, при применении комплекса научно-обоснованных агроприёмов с учетом складывающихся погодных условий. Проведенные исследования показали существенную зависимость засоренности посевов и урожайности зерна ярового ячменя от предшественника и доз вносимых минеральных удобрений.

В наших полевых опытах в засушливом 2018 году самая высокая урожайность зерна была получена по предшественнику соя на низком фоне минерального удобрения в дозе N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub>, и она составляла 3,83 т/га, а также на фоне с внесением N<sub>70</sub>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub> – 5,66 т/га. По предшественнику сахарная свёкла высокая урожайность получена на среднем фоне минерального питания N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> и высоком N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> и составила 4,68 т/га и 5,99 т/га соответственно. Наименьшая урожайность ярового ячменя была получена после подсолнечника и кукурузы на зерно по всем изучаемым дозам минерального удобрения и составила на фоне N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> – 1,84 т/га и 2,30 т/га, N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> – 3,11 т/га и 3,43 т/га, N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> – 4,57 т/га и 5,33 т/га и N<sub>70</sub>P<sub>70</sub>K<sub>70</sub> – 4,84 т/га и 5,04 т/га (таблица 5).

**Таблица 5 - Урожайность зерна ярового ячменя в зависимости от предшественников и минеральных удобрений, т/га**

Предшественник	Год	Фоны минерального питания			
		N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub>	N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	N <sub>70</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>
Кукуруза на зерно (контроль)	2018	2,30	3,43	5,33	5,04
	2019	2,10	2,79	3,42	3,63
	Среднее	2,20	3,11	4,38	4,34
Подсолнечник	2018	1,84	3,11	4,57	4,84
	2019	2,68	3,41	4,26	4,48
	Среднее	2,26	3,26	4,42	4,66
Сахарная свёкла	2018	3,55	4,68	5,99	5,39
	2019	2,83	4,28	4,52	4,72
	Среднее	3,19	4,48	5,26	5,06
Соя	2018	3,83	4,53	5,53	5,66
	2019	3,01	3,99	4,47	4,90
	Среднее	3,42	4,26	5,00	5,28
НСР <sub>05</sub> , т/га для предшественников	2018	0,18			
	2019	0,09			
НСР <sub>05</sub> , т/га для фонов	2018	0,18			
	2019	0,09			
НСР <sub>05</sub> , т/га для опыта	2018	0,35			
	2019	0,19			

Анализируя полученные данные в засушливом 2019 году установлено повышение урожайности ярового ячменя с увеличением фона минерального питания от низкого к интенсивному по всем изучаемым предшественникам. Самый высокий урожай зерна был получен по предшественнику соя на низком фоне минерального питания и составил 3,01 т/га, а на среднем по сахарной свекле, 4,28 т/га. При внесении  $N_{50}P_{50}K_{50}$  наибольшая урожайность зерна ярового ячменя получена по сахарной свекле 4,52 т/га, и сое 4,47 т/га. При внесении  $N_{70}P_{70}K_{70}$  прослеживалась та же закономерность – урожайность составила по сахарной свекле 4,72 т/га и сое 4,90 т/га.

Наименьший урожай зерна был получен на контрольном варианте после предшественника кукурузы на зерно на всех фонах минерального питания, и он составлял при внесении  $N_{10}P_{10}K_{10}$  (контроль) 2,10 т/га,  $N_{30}P_{30}K_{30}$  2,79 т/га,  $N_{50}P_{50}K_{50}$  3,42 т/га и  $N_{70}P_{70}K_{70}$  3,63 т/га.

По пропашному предшественнику подсолнечник урожайность зерна ярового ячменя была существенно выше, чем на контрольном варианте, но ниже, чем по сахарной свекле и сое по всем фонам минерального питания и составила на контроле ( $N_{10}P_{10}K_{10}$ ) 2,68 т/га, при внесении  $N_{30}P_{30}K_{30}$  3,41 т/га,  $N_{50}P_{50}K_{50}$  4,26 т/га и  $N_{70}P_{70}K_{70}$  4,48 т/га.

В среднем за 2018-2019 годы исследований наибольшая урожайность зерна при дозе минеральных удобрений  $N_{10}P_{10}K_{10}$  была получена по сое и составила 3,42 т/га, тогда как по остальным предшественникам она варьировала от 2,20 т/га до 3,19 т/га. На повышенных фонах минерального питания наибольшая урожайность ячменя наблюдалась по предшественникам сахарная свёкла и соя, которая составляла при уровне минерального питания  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 4,48 т/га и 4,26 т/га, при  $N_{50}P_{50}K_{50}$  – 5,26 т/га и 5,00 т/га и при  $N_{70}P_{70}K_{70}$  – 5,06 т/га и 5,28 т/га соответственно. В засушливых условиях вегетации при повышенном температурном режиме кукуруза на зерно (контроль) и подсолнечник как предшественники при их оценке по урожайности ячменя были хуже, чем соя и сахарная свекла. Урожайность зерна по этим предшественникам на низком фоне минерального питания составляла 2,20 т/га и 2,26 т/га, среднем 3,11 т/га и 3,26 т/га, высоком 4,38 т/га и 4,42 т/га, интенсивном 4,34 т/га и 4,66 т/га соответственно.

**Выводы.** В засушливых условиях вегетации с недостатком влаги засоренность посевов ярового ячменя после применения гербицидов в фазу кущения растений перед уборкой варьировала по предшественникам от 8 шт./м<sup>2</sup> до 42 шт./м<sup>2</sup>, что было ниже экономического порога вредоносности. Воздушно-сухая масса сорняков была наименьшей по предшественникам сахарная свекла и соя 7,5 г/м<sup>2</sup> и 7,8 г/м<sup>2</sup> соответственно, в то время как по кукурузе на зерно (контрольный вариант) и подсолнечнику она составляла 16,9 г/м<sup>2</sup> и 12,9 г/м<sup>2</sup>. При возделывании ярового ячменя по предшественникам сахарная свекла и соя урожайность зерна по всем фонам минерального питания была наибольшая по сравнению с другими предшественниками и составляла на контрольном варианте при припосевном удобрении  $N_{10}P_{10}K_{10}$  – 3,19 т/га и 3,42 т/га. При повышенных дозах внесения минерального удобрения  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{50}P_{50}K_{50}$  и  $N_{70}P_{70}K_{70}$  урожайность зерна увеличивалась до 5,26 и 5,28 т/га.

#### Библиография

1. Дериглазова, Г.М. Влияние природных и антропогенных факторов на урожай и качество зерна ярового ячменя / Г. М. Дериглазова // Земледелие: теоретический и научно-практический журнал. - 2012. - № 6. - С. 43-45.
2. Дериглазова, Г. М. Значение способов основной обработки почвы при возделывании ярового ячменя в агроландшафте / Г. М. Дериглазова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии: теоретический и научно-практический журнал. - 2013. - № 2. - С. 50-52.
3. Ершова, Л.А. Особенности сортов ярового ячменя, повышение урожая и его качества / Л. А. Ершова, Т. Г. Голова // Земледелие: теоретический и научно-практический журнал. - 2014. - № 7. - С. 41-44.
4. Растениеводство Центрального Черноземья России: Учебник / Под ред. В. А. Федотова, С. В. Кадырова. – Воронеж. – ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. – 581 с.
5. Баздырев, Г. И. Современная концепция борьбы с сорными растениями в системе земледелия Нечерноземной зоны / Г. И. Баздырев // Известия ТСХА, 1990. – № 6. – С. 17.
6. Баздырев, Г. И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии / Г.И. Баздырев. – М.: МСХА, 1993. – 242 с.
7. Баздырев, Г. И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии / Г.И. Баздырев. – М.: МСХА, 1995. – 283 с.
8. Засоренность посевов и урожайность кукурузы в интенсивных и биологических технологиях / В. Н. Наумкин, В. А. Зверев, Н. И. Путинцев, Л. А. Наумкина // Исследования по селекции, семеноводства и размножению сельскохозяйственных растений. – Сумы. – 1991. – С. 53-61.
9. Захаренко, А. В. Взаимоотношение между культурными и сорными растениями в посевах ячменя и их качественная оценка при минимализации обработки почвы / А. В. Захаренко // Известия ТСХА, 1996. – № 4. – С. 66-78.

10. Захаренко, А. В. Взаимоотношение компонентов агроценоза и борьба с сорняками / А. В. Захаренко // Земледелие, 1997. – № 3. – С. 41-42.
11. Зверев, В. А. Агробиологические основы эффективной борьбы с сорняками в системе земледелия / В. А. Зверев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 1999. – № 6. – С. 63-65.
12. Формирование урожая ярового ячменя в зависимости от элементов агротехники / С. И. Смуров, Н. В. Шелухина, О. В. Григоров, А. В. Кулишов, Н. К. Потапов // материалы XVI Международной научно-производственной конференции. Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В. Я. Горина. 14-16 мая 2012. – С. 42.
13. Груздев, Г. С. Совместное применение ретордантов, гербицидов и удобрений под зерновые / Г. С. Груздев // Химия в сельском хозяйстве. – 1985. – № 1. – С. 9-17.
14. Ладонин, В. Ф. Локализация гербицидов в чувствительных и устойчивых растениях / В. Ф. Ладонин, Е. И. Маркс, В. В. Попова // Вестник с.-х. науки. – 1986. – № 12. – С. 28-33.
15. Дудкин, И. В. Засоренность посевов ячменя в различных севооборотах / И. В. Дудкин, Т. А. Дудкина // Земледелие. – 2010. – № 6. – С. 31-33.
16. Пивоваренный ячмень: монография / С. В. Гончаров, В. А. Федотов, И. В. Матвеев и др. // Под ред. В. А. Федотова, С. В. Гончарова. М., 2014. – 288 с.
17. Воробьев, С. А. Севооборот в специализированных хозяйствах Нечерноземья / С. А. Воробьев. М.: Россельхозиздат, 1982. – 216 с.
18. Воронин, А. Н. Приемы регулирования урожайности и качества зерна ячменя в Белгородской области / А. Н. Воронин, В. Д. Соловichenko, Г. И. Уваров // Земледелие. – 2010. – № 6. – С.11-13.
19. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый / Под общей редакцией М. А. Федина. – М.: Колос. – 1985. – 285 с.
20. Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве / Под ред. академика Россельхозакадемии В. И. Долженко. – Всероссийский НИИ защиты растений, СПб.: 2013. – 280 с.
21. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 416 с.
22. Зуза, В. С. Картирование и прогнозирование засоренности полей / В. С. Зуза. – М.: 1985. – С. 149-160.
23. Фатьянов, В. А. Прогрессивные направления в земледелии: учебное пособие / Фатьянов В. А., Подгорный В. К. – Белгород: Изд-во БСХИ, 1992. – 96 с.

#### References

1. Deriglazova, G. M. Vliyaniye prirodnykh i antropogennykh faktorov na urozhay i kachestvo zerna yarovogo yachmenya [Influence of natural and anthropogenic factors on the yield and quality of spring barley grain] / G. M. Deriglazova // Zemledelie: teoreticheskiy i nauchno-prakticheskiy zhurnal. – 2012. – № 6. – S. 43-45.
2. Deriglazova, G. M. Znachenie sposobov osnovnoy obrabotki pochvy pri vozdeleyanii yarovogo yachmenya v agrolandshafte / [The importance of basic tillage methods for the cultivation of spring barley in the agricultural landscape] G. M. Deriglazova // Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy selskhozaystvennoy akademii: teoreticheskiy i nauchno-prakticheskiy zhurnal. – 2013. – № 2. – S. 50-52.
3. Ershova, L. A. Osobennosti sortov yarovogo yachmenya, povysheniye urozhaya i ego kachestva [Features of spring barley varieties, increasing the yield and its quality] / L. A. Ershova, T. G. Golova. // Zemledelie: teoreticheskiy i nauchno-prakticheskiy zhurnal. – 2014. – № 7. – S. 41-44.
4. Rastenyevodstvo Ysentralnogo Chernozemia Rossii: Uchebnik [Crop Production in The Central Black Earth Region of Russia] / Pod red. V. A. Fedotov, S. V. Kadyrova. – Voronezh. – FGBOU VO Voronezhskiy GAU. 2019. – 581 s.
5. Bazdyrev, G. I. Sovremennaya koncepciya bor'by s sornymi rasteniyami v sisteme zemledeliya Nechernozemnoj zony [Modern concept of weed control in the non-Chernozem zone farming system] / G. I. Bazdyrev // Izvestiya TSKHA, 1990. – № 6. – S. 17.
6. Bazdyrev, G. I. Sornye rasteniya i mery bor'by s nimi v sovremennom zemledelii [Weeds and control measures in modern agriculture] / G.I. Bazdyrev. – М.: MSKHA, 1993. – 242 s.
7. Bazdyrev, G. I. Sornye rasteniya i mery bor'by s nimi v sovremennom zemledelii [Weeds and control measures in modern agriculture] / G.I. Bazdyrev. – М.: MSKHA, 1995. – 283 s.
8. Zasorennost' posevov i urozhaynost' kukuruzy v intensivnykh i biologicheskikh tekhnologiyakh [The contamination of crops and yield of maize in intensive and biological technologies] / V. N. Naumkin. V. A. Zverev. N. I. Putintsev. L. A. Naumkina // Issledovaniya po selektsii, semenovodstvu i razmnozheniyu sel'skokhozaystvennykh rasteniy. – Sumy. – 1991. – S. 53-61.
9. Zaharenko, A. V. Vzaimootnosheniye mezhdu kul'turnymi i sornymi rasteniyami v posevah yachmenya i ih kachestvennaya ocenka pri minimalizacii obrabotki pochvy [Relationship between crop and weed plants in barley crops and their qualitative assessment with minimal tillage] / A. V. Zaharenko // Izvestiya TSKHA, 1996. – № 4. – S. 66-78.
10. Zaharenko, A. V. Vzaimootnosheniye komponentov agrocenoza i bor'ba s sornyakami [The relationship of the components of agrocenosis and weed control] / A. V. Zaharenko // Zemledelie, 1997. – № 3. – S. 41-42.

11. Zverev, V. A. Agrobiologicheskie osnovy effektivnoj bor'by s sornyakami v sisteme zemledeliya [Agrobiological bases of effective weed control in the agricultural system] / V. A. Zverev // *Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal*. – 1999. – № 6. – S. 63-65.
12. Formirovaniye urozhaya yarovogo yachmenya v zavisimosti ot elementov agrotekhniki [Formation of the spring barley crop depending on the elements of agricultural technology] / S. I. Smurov, N. V. Shelukhina, O. V. Grigorov, A. V. Kulishov, N. K. Potapov // *materially XVI Mezhdunarodnoy konferentsii. Belgorodskaya gosudarstvennaya selskokhozyaystvennaya akademiya im. V. Ya. Gorina. 14-16 maya 2012.* – S. 42.
13. Gruzdev, G. S. Sovmestnoe primenenie retardantov, gerbicidev i udobrenij pod zernovye [Joint use of retardants, herbicides and fertilizers for cereals] / G. S. Gruzdev // *Himiya v sel'skom hozyajstve*. – 1985. – № 1. – S. 9-17.
14. Ladonin, V. F. Lokalizaciya gerbicidev v chuvstvitel'nyh i ustojchivyh rasteniyah [Localization of herbicides in sensitive and resistant plants] / V. F. Ladonin, E. I. Marks, V. V. Popova // *Vestnik s.-h. nauki*. – 1986. – № 12. – S. 28-33.
15. Dudkin, I. V. Zasorennost' posevov yachmenya v razlichnyh sevooborotah [Contamination of barley crops in different crop rotations] / I. V. Dudkin, T. A. Dudkina // *Zemledelie*. – 2010. – № 6. – S. 31-33.
16. Pivovarennyj yachmen': monografiya [Malting barley: a monograph] / S. V. Goncharov, V. A. Fedotov, I. V. Matveev i dr. // *Pod red. V. A. Fedotova, S. V. Goncharova. M., 2014.* – 288 s.
17. Vorob'ev, S. A. Sevooborot v specializirovannyh hozyajstvah Nechernozem'ya [Crop rotation in the specialized farms of non-Chernozem zone] / S. A. Vorob'ev. M.: Rossel'hozizdat, 1982. – 216 s.
18. Voronin, A. N. Priemy regulirovaniya urozhajnosti i kachestva zerna yachmenya v Belgorodskoj oblasti [Methods of regulating the yield and quality of barley grain in the Belgorod region] / A. N. Voronin, V. D. Solovichenko, G. I. Uvarov // *Zemledelie*. – 2010. – № 6. – S.11-13.
19. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur. Vypusk pervyj [Methods of state variety testing of agricultural crops. The release of the first] / *Pod obshchej redakciej M. A. Fedina.* – M.: Kolos. – 1985. – 285 s.
20. Metodicheskie ukazaniya po registracionnym ispytaniyam gerbicidev v sel'skom hozyajstve [Methodical instructions on registration trials of herbicides in agriculture] / *Pod red. akademika Rossel'hozizdat V. I. Dolzhenko.* – Vserossijskij NII zashchity rastenij, SPb.: 2013. – 280 s.
21. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta [Methods of field experience] / B. A. Dospekhov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 416 s.
22. Zuza, V. S. Kartirovanie i prognozirovanie zasorennosti polej [Mapping and prediction of the debris field] / V. S. Zuza. – M.: 1985. – S. 149-160.
23. Fat'yanov, V. A. Progressivnye napravleniya v zemledelii: uchebnoe posobie [Progressive trends in agriculture: a training manual] / Fat'yanov V. A., Podgornyj V. K. – Belgorod: Izd-vo BSKNI, 1992. – 96 s.

#### **Сведения об авторах**

Смулов 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.

Григоров 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.

Наумкин Виктор Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры растениеводства, селекции и овощеводства агрономического факультета ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

Ермолаев Семен Николаевич, аспирант, агроном лаборатории по изучению систем земледелия, ФГБОУ ВПО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503.

#### **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.

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.

Naumkin Viktor N., doctor of agricultural Sciences, Professor of the Department of crop production, selection and vegetable production of the faculty of agronomy Belgorod State Agricultural University, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.

Ermolaev Semen N., graduate student, agronomist of the laboratory for the study of agricultural systems, Belgorod State Agricultural University, ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia.



УДК 633.11«324»:631.559:631.82

*А.Г. Ступаков, С.И. Смуров, Аль Дхухайбави Хаидер Халаф, С.Н. Зюба,  
М.А. Куликова, Н.В. Ширяева*

## ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ

**Реферат.** Влияние минеральных удобрений и предшественников озимой пшеницы сорта Майская Юбилейная изучали в стационарном полевом опыте на черноземе типичном. Наибольшая урожайность зерна озимой пшеницы – 7,43 т/га обусловлена применением высокого фона минерального питания –  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$  и размещением посевов по чёрному пару. Урожайность по многолетним травам, гороху и ячменю была ниже соответственно на 4,2, 8,7 и 15,8 %. Самым высоким содержанием белка и клейковины в зерне озимой пшеницы с использованием как низкого фона минерального питания –  $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$  (соответственно 13,6 и 25,9 %), так и высокого фона питания –  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$  (14,2 и 27,3 %) отметились в качестве предшественника многолетние травы. Содержание белка по чёрному пару, гороху и ячменю относительно содержания его по многолетним травам было ниже соответственно на 1,2, 1,6 и 2,6 % и клейковины на 0,6, 2,4 и 6,2 %. Максимальный сбор белка – 998 кг/га был обеспечен применением высокого фона минерального питания –  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$  в посевах озимой пшеницы по многолетним травам. Сбора белка по чёрному пару, гороху и ячменю относительно сбора его по многолетним травам на высоком фоне минерального питания был меньше соответственно на 7,0, 14,9 и 28,0 %. При соответствия качества клейковины II группе «удовлетворительная слабая» применение высокого фона минерального обусловило тенденцию к возрастанию показателя ИДК на 7, 6 и 4 единицы, достигая максимальных значений – 93, 92 и 85 соответственно в посевах по многолетним травам, чёрному пару и ячменю, которая свидетельствует о снижении упругости хлеба и повышении его пористости. По гороху при высоких значениях показателя – 89-91 единиц направленность варьирования неустойчивая.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, предшественники, минеральные удобрения, чернозём типичный, урожайность, белок, клейковина, сбор белка, ИДК.

## PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT UNDER THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS AND PRECURSORS

**Abstract.** The influence of mineral fertilizers and precursors of winter wheat of the May Yubileynaya variety was studied in a stationary field experiment on typical chernozem. The highest yield of winter wheat grain-7.43 t/ha is due to the use of a high background of mineral nutrition- $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$  and the placement of crops on black steam. Yields on perennial grasses, peas and barley were lower by 4.2, 8.7 and 15.8%, respectively. The highest content of protein and gluten in winter wheat grain using both a low background of mineral nutrition –  $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$  (respectively 13.6 and 25.9 %), and a high background of nutrition –  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$  (14.2 and 27.3 %) were noted as a precursor of perennial grasses. The protein content for black steam, peas and barley relative to its content for perennial grasses was lower by 1.2, 1.6 and 2.6%, respectively, and gluten by 0.6, 2.4 and 6.2 %. The maximum protein harvest – 998 kg/ha was provided by the use of a high background of mineral nutrition-  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$  in winter wheat crops on perennial grasses. Protein collection for black steam, peas and barley relative to its collection for perennial grasses on a high background of mineral nutrition was lower by 7.0, 14.9 and 28.0%, respectively. When the quality of gluten corresponds to group II "satisfactory weak", the use of a high mineral background caused a tendency to increase the IDC index by 7, 6 and 4 units, reaching maximum values of 93, 92 and 85 units, respectively, in crops of perennial grasses, black steam and barley, which indicates a decrease in the elasticity of bread and an increase in its porosity. For peas with high values of the indicator-89-91 units, the direction of variation is unstable.

**Keywords:** winter wheat, precursors, mineral fertilizers, typical chernozem, yield, protein, gluten, protein collection, IDC.

Урожайность возделываемых культур формируется за счет эффективного плодородия почвы, которое характеризуется наличием в почве усвояемых растениями форм питательных веществ и влаги [1, 4, 8, 9, 10].

Озимая пшеница является культурой, предъявляющей повышенные требования к почвенному плодородию и большой отзывчивостью на внесение удобрений [2, 3, 5, 7].

Из агротехнических приемов, определяющих урожайность и качество продукции, оптимизация минерального питания с учётом предшественников является важнейшим фактором при возделывании сельскохозяйственных культур [6, 11, 12].

**Условия и методика.** Исследования по влиянию минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницей сорта Майская Юбилейная, возделываемой по разным предшественникам, нами проводились в течение 2016/2017-2018/2019 гг.

Исследовались три фона минерального питания: низкий –  $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$ , средний –  $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$  и высокий –  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$ , где дозы полного минерального удобрения  $N_{10}P_{10}K_{10}$ ,  $N_{30}P_{30}K_{30}$  и  $N_{50}P_{50}K_{50}$  вносились под основную обработку почвы, а  $N_{50}$  в подкормку. В качестве предшественников изучались многолетние травы, горох, ячмень и чёрный пар.

Почва опытного участка представлена чернозёмом типичным среднемоощным слабоэродированным тяжелосуглинистого гранулометрического состава с содержанием гумуса в пахотном слое 4,55 %,  $pH_{KCl}$  5,68, S и Нг соответственно 36,2 и 3,14 мг.-экв./100 г почвы, V = 92,0 %, легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия соответственно 151, 168 и 160 мг/кг.

За период наших исследований (2016/2017- 2018/2019) осадков выпадало в среднем за год 524,7 мм, то есть на 26,3 мм меньше нормы или 95,2 % от неё. В 2016/2017 сельскохозяйственном году их выпало 547,8 мм, что практически совпало со среднемноголетними значениями (99,4 %). В 2017/2018 сельскохозяйственном году их выпало 656,4 мм, что на 105,4 мм или на 19,1 % выше нормы. 2018/2019 сельскохозяйственный год характеризовался как засушливый, так как выпало 369,4 мм осадков, что на 181,6 мм меньше нормы или на 33,0 %. В период активной вегетации (апрель–июль) в 2017 г. дефицит осадков составил 50,3 мм (- 22,8 %), в 2018 г. их выпало больше на 80,9 мм (+ 36,6 %) и в 2019 г. недостаток оказался равным 97,9 мм (- 44,3 %).

Среднесуточная температура воздуха в годы проведения исследований превышала средние многолетние значения на 2,0 °С. В 2016/2017 сельскохозяйственном году превышение составило 1,4 °С, в 2017/2018 и 2018/2019 годах – по 2,3 °С. В период апрель–июль температура воздуха была также выше средних многолетних значений. В среднем за три года наблюдений превышение оказалось равным 1,8 °С, а за 2017, 2018 и 2019 гг. – соответственно 0,6, 2,4 и 2,2 °С.

**Результаты и обсуждение.** Изучение нами целесообразности использования различных предшественников и минеральных удобрений озимой пшеницы в течение 2017-2019 гг. показало, что наиболее эффективными среди предшественников при применении низкого фона минерального питания –  $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$  оказались многолетние травы, урожайность зерна, после возделывания которых, составила в среднем за три года 6,77 т/га (табл. 1). При размещении по гороху и чёрному пару урожайность была ниже соответственно на 0,51 и 0,57 т/га (- 7,5 и - 8,4 %). Наибольшая же разница проявилась в посевах по ячменю, равная 1,64 т/га (- 24,2 %).

В результате увеличения доз минеральных удобрений от низкого фона минерального питания до высокого фона питания –  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$  наибольший прирост урожайности зерна озимой пшеницы был выявлен по чёрному пару – 1,23 т/га (+ 19,8 %) и по ячменю 1,13 т/га (+ 22,0%). По гороху он оказался заметно ниже – 0,52 т/га (+ 8,3 %). А ещё меньшим, причём, при доведении фона минерального питания до среднего –  $N_{30}P_{30}K_{30} + N_{50}$ , по многолетним травам – 0,48 т/га (+ 7,1 %).

Наибольшую урожайность зерна озимой пшеницы по высокому фону минерального питания –  $N_{50}P_{50}K_{50} + N_{50}$  – 7,43 т/га обеспечил чёрный пар в качестве предшественника. В посевах по многолетним травам и гороху она была ниже соответственно на 0,31 и 0,65 т/га (- 4,2 и - 8,7 %), а по ячменю 1,17 т/га (- 15,7 %). Иначе представляя, относительная величина урожайности по многолетним травам, гороху и ячменю от уровня урожайности по чёрному пару оказалась равной соответственно 95,8, 91,3 и 84,3 %.

Самым высоким содержанием белка в зерне озимой пшеницы (13,58 %) с использованием низкого фона минерального питания –  $N_{10}P_{10}K_{10} + N_{50}$  отметились в качестве предшественника многолетние травы (табл. 2). Такие предшественники, как горох и чёрный пар заметно уступили им, соответственно на - 2,03 и - 1,69 % или - 14,9 и - 12,4 %%. Самое низкое содержание его относительно уровня многолетних трав наблюдалось в посевах по ячменю, где снижение составило 3,62 % или 26,7 %%.

**Таблица 1 – Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность зерна озимой пшеницы, т/га**

Фоны* минерального питания	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	+/-	
					т/га	%
Многолетние травы						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	7,97	6,15	6,20	6,77	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	8,63	6,84	6,29	7,25	0,48	7,1
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	8,49	6,61	6,26	7,12	0,35	5,2
Горох						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	7,15	6,21	5,42	6,26	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	7,58	6,32	5,89	6,60	0,34	5,4
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	7,90	6,30	6,15	6,78	0,52	8,3
Ячмень						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	6,12	4,46	4,80	5,13	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	7,56	5,43	5,21	6,07	0,94	18,3
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	7,54	5,79	5,46	6,26	1,13	22,0
Черный пар						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	7,14	6,02	5,54	6,20	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	7,90	7,22	5,95	7,02	0,82	13,2
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	8,55	7,88	5,85	7,43	1,23	19,8
НСР <sub>05</sub>	0,85	0,48	0,38	-	-	-

\*Фоны минерального питания: низкий – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> + N<sub>50</sub>, средний – N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + N<sub>50</sub>, высокий – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub>

Наиболее интенсивное повышение содержания белка в зерне (+ 1,60 % или +16,06%%) произошло при размещении озимой пшеницы по ячменю в результате применения высокого фона минерального питания – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub>.

**Таблица 2 – Влияние предшественников и минеральных удобрений на содержание белка в зерне озимой пшеницы, %**

Фоны* минерального питания	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	+/-	
					%	%%
Многолетние травы						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	12,94	13,45	14,36	13,58	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	12,77	14,48	14,06	13,77	0,19	1,40
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	12,83	14,42	15,22	14,16	0,58	4,27
Горох						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	10,77	12,08	11,80	11,55	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	11,17	12,65	12,65	12,16	0,61	5,28
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	11,77	12,77	13,02	12,52	0,97	8,40
Ячмень						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	9,58	9,29	11,00	9,96	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	10,83	10,60	11,80	11,08	1,12	11,24
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	10,97	11,32	12,38	11,56	1,60	16,06
Черный пар						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	11,06	11,57	13,05	11,89	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	11,91	12,14	13,85	12,63	0,74	6,22
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	13,00	12,32	13,57	12,96	1,07	9,00

\*Фоны минерального питания: низкий – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> + N<sub>50</sub>, средний – N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + N<sub>50</sub>, высокий – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub>

Менее интенсивное повышение его содержания наблюдались по чёрному пару (+1,07% или + 9,00 %%) и аналогичное по значению повышение по гороху (+ 0,97 % или +8,40 %%), а наименьшее – по многолетним травам (+0,58 % или + 4,27 %%) также при применении высокого фона минерального питания.

Следует отметить, что достичь величины содержания белка в зерне, отвечающего требованиям, предъявляемым к сильным пшеницам по этому показателю качества зерна – 14,16 %, удалось только за счёт размещения озимой пшеницы по многолетним травам и внесения минеральных удобрений в дозе N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub> (высокий фон минерального питания).

Изменения содержание клейковины в зерне озимой пшеницы в зависимости от агроприёмов в целом повторяют закономерности варьирования белка, однако имеется ряд особенностей (табл. 3).

**Таблица 3 – Влияние предшественников и минеральных удобрений на содержание клейковины в зерне озимой пшеницы, %**

Фоны* минерального питания	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	+/-	
					%	%%
Многолетние травы						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	25,0	23,7	29,0	25,9	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	26,0	23,8	31,0	26,9	1,0	3,9
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	28,0	22,9	31,0	27,3	1,4	5,4
Горох						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	21,0	18,2	23,0	20,7	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	24,0	23,6	26,0	24,5	3,8	18,4
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	22,0	23,7	29,0	24,9	4,2	20,3
Ячмень						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	11,0	16,0	17,0	15,0	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	14,0	20,2	18,0	17,4	2,4	16,0
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	19,0	20,3	24,0	21,1	6,1	40,7
Чёрный пар						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	19,0	19,6	27,0	21,9	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	22,0	22,0	28,0	24,0	2,1	9,6
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	26,0	24,2	30,0	26,7	4,8	21,9

\*Фоны минерального питания: низкий – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> + N<sub>50</sub>, средний – N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + N<sub>50</sub>, высокий – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub>

Как наибольшее содержание белка в зерне озимой пшеницы, так и максимальное содержание клейковины в зерне с использованием низкого фона минерального питания – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> + N<sub>50</sub> было отмечено при посеве озими по многолетним травам – 25,9 %, а минимальное – по ячменю – 15,0 %. По гороху и чёрному пару её значения составили соответственно 20,7 и 21,9 %. То есть, содержание клейковины по чёрному пару, гороху и ячменю было ниже её содержания по многолетним травам на 4,0, 5,2 и 10,9 % или на 15,5, 20,1 и 42,1 %%. Уровень содержания клейковины по чёрному пару, гороху и ячменю относительно содержания по многолетним травам составил соответственно 84,6, 79,9 и 57,9 %.

Возрастание доз минеральных удобрений от низкого фона минерального питания до высокого фона питания – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub> обусловило повышение содержания клейковины при возделывании озимой пшеницы по многолетним травам, гороху, чёрному пару и ячменю соответственно на 1,4, 4,2, 4,8 и 6,1 % или на 5,4, 20,3, 21,9 и 40,7 %%. Содержание её по чёрному пару, гороху и ячменю от уровня содержания клейковины по многолетним травам ниже соответственно на 0,6, 2,4 и 6,2 %.

Наибольшее содержания клейковины, вызванное применением высокого фона минерального питания – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub>, при посеве по многолетним травам, чёрному пару, горо-

ху и ячменю оказалось равным 27,3, 26,7, 24,9 и 21,1 %. Относительная величина её по чёрному пару, гороху и ячменю от уровня содержания клейковины в зерне озимой пшеницы, выращенной по многолетним травам составила соответственно 97,8, 91,2 и 77,3 %.

Анализ показателя ИДК, определяющего упругость мякиша хлеба и его пористость, выявил, что клейковина соответствует II группы качества «удовлетворительная слабая», так как показатель находился в диапазоне 81-93 единиц (Машков Б.М., Хазина З.И., 1980) (табл. 4). Применение высокого фона минерального питания – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub> обусловило тенденцию к возрастанию показателя ИДК на 7, 6 и 4 единиц соответственно в посевах по многолетним травам, чёрному пару и ячменю, которая свидетельствует о снижении упругости хлеба и повышении его пористости. По гороху направленность тенденции варьирования неустойчивая.

**Таблица 4 – Влияние предшественников и минеральных удобрений на показатель ИДК в зерне озимой пшеницы, единиц**

Фоны* минерального питания	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	+/-	
					единиц	%
Многолетние травы						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	94	70	95	86	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	99	80	95	91	5	5,8
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	104	80	96	93	7	8,1
Горох						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	95	75	100	90	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	96	80	96	91	1	1,1
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	85	80	103	89	-1	-1,1
Ячмень						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	83	75	86	81	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	75	90	81	82	1	1,2
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	81	85	88	85	4	4,9
Чёрный пар						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	66	95	98	86	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	85	75	100	87	1	1,2
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	92	90	95	92	6	7,0

\*Фоны минерального питания: низкий – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> + N<sub>50</sub>, средний – N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + N<sub>50</sub>, высокий – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub>

Наиболее высокий сбор белка в урожае зерна озимой пшеницей на низком фоне минерального питания – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> + N<sub>50</sub> был отмечен при возделывании её по многолетним травам – 916 кг/га (табл. 5). По чёрному пару, гороху и ячменю он был ниже соответственно на 179, 196 и 407 кг/га (- 19,5, - 21,4 и - 44,4 %). Возрастание доз минеральных удобрений от низкого фона минерального питания до среднего – N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + N<sub>50</sub> и высокого фона питания – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub> обусловило увеличение сбора белка по многолетним травам соответственно на 76 и 82 кг/га (8,3 и 9,0 %), по чёрному пару на 144 и 191 кг/га (19,5 и 25,9%), по гороху на 77 и 129 кг/га (10,7 и 17,9 %) и по ячменю на 161 и 210 кг/га (31,6 и 41,3%).

Максимальный сбор белка в среднем за 2017-2019 гг. обеспечен применением высокого фона минерального питания – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub> в посевах озимой пшеницы по многолетним травам – 998 кг/га.

Сбора белка по чёрному пару, гороху и ячменю относительно сбора по многолетним травам на высоком фоне минерального питания составил соответственно 93,0, 85,1 и 72,0%.

**Таблица 5 – Влияние предшественников и минеральных удобрений на сбор белка в урожае зерна озимой пшеницы, кг/га**

Фоны* минерального питания	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее	+/-	
					кг/га	%
Многолетние травы						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	1 031	827	890	916	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	1102	990	884	992	76	8,3
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	1089	953	953	998	82	9,0
Горох						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	770	750	640	720	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	847	799	745	797	77	10,7
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	1009	805	862	892	172	23,9
Ячмень						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	586	414	528	509	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	819	576	615	670	161	31,6
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	827	655	676	719	210	41,3
Чёрный пар						
N <sub>10</sub> P <sub>10</sub> K <sub>10</sub> + N <sub>50</sub>	790	697	723	737	-	-
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + N <sub>50</sub>	941	877	824	881	144	19,5
N <sub>50</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub> + N <sub>50</sub>	1018	957	810	928	191	25,9
НСП <sub>05</sub>	111	59	52	-	-	-

\*Фоны минерального питания: низкий – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> + N<sub>50</sub>, средний – N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> + N<sub>50</sub>, высокий – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub>

### Выводы

1. Наибольшая урожайность зерна озимой пшеницы – 7,43 т/га обусловлена размещением посевов по чёрному пару в сочетании с высоким фоном минерального питания – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub>. Относительная величина урожайности по многолетним травам, гороху и ячменю от уровня урожайности по чёрному пару оказалась равной соответственно 95,8, 91,3 и 84,3 %.

2. Самым высоким содержанием белка и клейковины в зерне озимой пшеницы с использованием как низкого фона минерального питания – N<sub>10</sub>P<sub>10</sub>K<sub>10</sub> + N<sub>50</sub> (соответственно 13,58 и 25,9 %), так и высокого фона питания – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub> (14,16 и 27,3 %) отметились в качестве предшественника многолетние травы. Уровень содержания белка по чёрному пару, гороху и ячменю относительно содержания его по многолетним травам на высоком фоне минерального питания составил соответственно 91,5, 88,4 и 81,6 % и клейковины 97,8, 91,2 и 77,3 %.

3. При соответствии качества клейковины II группе «удовлетворительная слабая» применение высокого фона минерального питания – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub> обусловило тенденцию к возрастанию показателя ИДК на 7, 6 и 4 единицы, достигая максимальных значений – 93, 92 и 85 соответственно в посевах по многолетним травам, чёрному пару и ячменю, которая свидетельствует о снижении упругости хлеба и повышении его пористости. По гороху при высоких значениях показателя – 89-91 единиц направленность варьирования неустойчивая.

4. Максимальный сбор белка – 998 кг/га был обеспечен применением высокого фона минерального питания – N<sub>50</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub> + N<sub>50</sub> в посевах озимой пшеницы по многолетним травам. Сбора белка по чёрному пару, гороху и ячменю относительно сбора по многолетним травам на высоком фоне минерального питания составил соответственно 93,0, 85,1 и 72,0 %.

### Библиография

1. Айдиев А.Я. Совершенствование технологий возделывания озимой пшеницы в условиях Курской области / А.Я. Айдиев, В.И. Лазарев, М.Н. Котельникова // Земледелие. – 2017. – №1. – С. 37-39.
2. Кидин В.В., Торшин С.П. Агрохимия. – М.: Проспект, 2017. – 608 с.

3. Лазарев В.И. Агробиологическое и экономическое обоснование использования комплексных удобрений с микроэлементами при возделывании озимой пшеницы / В.И. Лазарев, З.С. Маслова, О.М. Шершнева // Московский экономический журнал. – 2017. – №3.
4. Мельникова О. В. Агроэкологическое обоснование биологизации растениеводства на юго-западе Центрального региона России / О.В. Мельникова: автореф. дис. ... д.с.-х. наук : 06.01.09, 03.00.16. - Брянск: Брянская. ГСХА, 2009. - 46 с.
5. Минеев В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 753 с.
6. Навольнева Е.В. Изменение свойств чернозёма типичного и урожайности культур в зависимости от удобрений, способов обработки почвы и севооборотов в юго-западной части ЦЧР / Е.В. Навольнева: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04. – Брянск: БГАУ, 2018. – 24 автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04. – Брянск: БГАУ, 2019. – 24 с.
7. Ореховская А.А. Азотный режим чернозема типичного и продуктивность озимой пшеницы в зависимости от удобрений, способов обработки почвы и видов севооборотов в условиях юго-западной части ЦЧР / А.А. Ореховская: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04. – Брянск: БГАУ, 2019. – 20 с.
8. Посыпанов Г.С. Растениеводство: учебник / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков [и др.]; под ред. Г.С. Посыпанова. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 612 с.
9. Соловиченко В.Д., Тютюнов С.И. Почвенный покров Белгородской области и его рациональное использование. – Белгород: «Отчий дом», 2013. – 372 с.
10. Ступаков А.Г. Агрохимическое обоснование системы удобрения зерно-свекловичного севооборота на чернозёме выщелоченном (в условиях западной части ЦЧЗ) // А.Г. Ступаков: автореф. дисс. докт. с.-х. наук: 06.01.04. – Москва: Агроэкоинформ, 1998. – 36 с.
11. Титовская А.И. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от удобрений и предшественников / А.И. Титовская, Л.Н. Кузнецова, А.Г. Ступаков, А.В. Ширяев, И.В. Кулишова, Н.В. Ширяева // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – Белгород, 2017. – № 3 (15). – С. 116-126.
12. Тютюнов С.И. Диагностические основы программирования урожая культур зерносвекловичного севооборота на чернозёмах ЦЧЗ. – Белгород: «Отчий дом», 2016. – 236 с.

#### References

1. Aidiev A. Ya. Improvement of winter wheat cultivation technologies in the conditions of the Kursk region / Aidiev A. Ya., Lazarev V. I., Kotelnikova M. N. // Agriculture. - 2017. – No. 1. - Pp. 37-39.
2. Kidin V. V., Torshin S. P. Agro-Chemicals. - Moscow: Prospect, 2017. - 608 p.
3. Lazarev V. I. Agrobiological and economic justification of the use of complex fertilizers with trace elements in the cultivation of winter wheat / V. I. Lazarev, Z. S. Maslova, O. M. Shershneva // Moscow economic journal. - 2017. – No. 3.
4. Melnikova O. V. Agroecological justification of plant biologization in the south-west of the Central region of Russia / O. V. Melnikova: autoref. dis. ... doctor of science: 06.01.09, 03.00.16. - Bryansk: Bryansk. State agricultural Academy, 2009. - 46 p.
5. Mineev V. G. Agrochemistry / V. G. Mineev. Moscow: MSU Publishing house, 2004. - 753 p.
6. Navolneva E. V. Changes in the properties of typical chernozem and crop yields depending on fertilizers, soil treatment methods and crop rotations in the South-Western part of the CBR / E. V. Navolneva: autoref. dis. ... cand. agricultural sciences: 06.01.04. - Bryansk: BGAU, 2018. – 24 p.
7. Orekhovskaya A. A. Nitrogen regime of typical chernozem and productivity of winter wheat depending on fertilizers, methods of soil treatment and types of crop rotations in the conditions of the south-west part of the CBR / A. A. Orekhovskaya: autoref. dis. ... cand. agricultural sciences: 06.01.04. - Bryansk: BGAU, 2019. - 20 p.
8. Posypanov G. S. Plant growing: textbook / G. S. Posypanov, V. E. Dolgodvorov, B. H. Zherukov [and others]; edited by G. S. Posypanov. - Moscow: INFRA-M, 2018. – 612 p.
9. Solovichenko V. D., Tityunov S. I., Soil cover of the Belgorod region and its rational use. - Belgorod: "Father's house", 2013. - 372 p.
10. Stupakov A. G. Agrochemical justification of the system of fertilization of grain-beet crop rotation on leached chernozem (in the conditions of the Western part of the CHZ) // A. G. Stupakov: autoref. diss. doctor. agricultural sciences: 06.01.04. – Moscow: The Agroecoinform, 1998. - 36 p.
11. Titovskaya A. I. Productivity of winter wheat depending on fertilizers and precursors / A. I. Titovskaya, L. N. Kuznetsova, A. G. Stupakov, A.V. Shiryaev, I. V. Kulishova, N. V. Shiryaeva // Innovations in agriculture: problems and prospects. - Belgorod, 2017. - No. 3 (15). - Pp. 116-126.
12. Tityunov S. I. Diagnostic bases of programming crop yields of grain-beet crop rotation on chernozems of the Central agricultural district. - Belgorod: "Father's house", 2016. - 236 p.

#### Сведения об авторах

Ступаков Алексей Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, агрохимии и экологии, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина; e-mail: [alex.stupackow@yandex.ru](mailto:alex.stupackow@yandex.ru), +89606402930.

Смулов Сергей Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией по изучению систем земледелия, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина; e-mail: [ssmurov61@mail.ru](mailto:ssmurov61@mail.ru), тел. +89030241115.

Аль Дхухайбави Хаидер Халаф, аспирант кафедры земледелия, агрохимии и экологии, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина; e-mail: [aldahabee@gmail.com](mailto:aldahabee@gmail.com), тел. +79606394065.

Зюба Светлана Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории по изучению систем земледелия, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина; e-mail: [zubasvet@rambler.ru](mailto:zubasvet@rambler.ru), тел. +79205887577.

Куликова Марина Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина; e-mail: [kursi-2010@mail.ru](mailto:kursi-2010@mail.ru), +79205965843.

Ширяева Наталья Викторовна, аспирантка кафедры земледелия, агрохимии и экологии, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина; e-mail: [shiryaevanatalie@yandex.ru](mailto:shiryaevanatalie@yandex.ru), тел. +79606334057.

#### **Information about authors**

Stupakov A.G., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agriculture, Agrochemistry and Ecology, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina; e-mail: [alex.stupackow@yandex.ru](mailto:alex.stupackow@yandex.ru), tel. +89606402930.

Smurov S.I., Candidate of Agricultural Sciences, Head of Laboratory for the Study of Farming Systems, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina; e-mail: [ssmurov61@mail.ru](mailto:ssmurov61@mail.ru), tel. +89030241115.

Al Dhuhaibawi Hayder Khalaf, Postgraduate Student, Department of Agriculture, Agrochemistry and Ecology, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina; e-mail: [aldahabee@gmail.com](mailto:aldahabee@gmail.com), tel. +79606394065.

Ziuba S.N., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Researcher, Laboratory for the Study of Agricultural Systems, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina; e-mail: [zubasvet@rambler.ru](mailto:zubasvet@rambler.ru), tel. +79205887577.

Kulikova M.A., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Agrochemistry and Ecology, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina; e-mail: [kursi-2010@mail.ru](mailto:kursi-2010@mail.ru), tel. +79205965843.

Shiryaeva N.V., Postgraduate Student, Department of Agriculture, Agrochemistry and Ecology, Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorina; e-mail: [shiryaevanatalie@yandex.ru](mailto:shiryaevanatalie@yandex.ru), тел. +79606334057.



## 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,  
Gruzдова 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: svc.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.