



# Инновации в АПК: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



№3 (39) 2023

**Инновации в АПК:  
проблемы и перспективы**

Теоретический и научно-  
практический журнал

**Выпуск 3 (39)  
2023 г.**

**Учредитель:**

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Белгородский  
государственный аграрный университет  
имени В.Я. Горина»

Издаётся с 2013 года

Выходит один раз в квартал

Официальный сайт: <http://www.bsaa.edu.ru>

В журнале публикуются результаты  
фундаментальных и прикладных  
исследований, обсуждаются теоретические,  
методологические и прикладные проблемы  
агропромышленного комплекса России и  
зарубежья, предлагаются пути их решения.

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.

Дизайн-макет и компьютерная вёрстка:  
Манохин А.А., Воробьёва Т.Ю.

Адрес редакции и издателя журнала:  
308503, ул. Вавилова, 1, п. Майский,  
Белгородский р-н, Белгородская обл., Россия  
Тел.: +7-4722-39-11-69,  
Факс: +7-4722-39-22-62

© Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Белгородский  
государственный аграрный университет  
имени В.Я. Горина», 2023

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Главный редактор – **Алейник С.Н.**, к. тех. н., доцент

Заместитель главного редактора – **Дорофеев А.Ф.**, д. э. н., доцент

**Члены редакционной коллегии:**

<b>Азаров В.Б.</b> , д. с.-х. н., профессор;	<b>Меделяева З.П.</b> , д. э. н., профессор;
<b>Андрианов Е.А.</b> , д. с.-х. н., профессор;	<b>Муравьёв А.А.</b> , к. с.-х. н., доцент;
<b>Аничин В.Л.</b> , д. э. н., профессор;	<b>Мязин Н.Г.</b> , д. с.-х. н., профессор;
<b>Афоничев Д.Н.</b> , д. тех. н., профессор;	<b>Наседкина Т.И.</b> , д. э. н., профессор;
<b>Бабинцев В.П.</b> , д. фил. н., профессор;	<b>Наумкин В.Н.</b> , д. с.-х. н., профессор;
<b>Вендин С.В.</b> , д. тех. н., профессор;	<b>Пастухов А.Г.</b> , д. тех. н., профессор;
<b>Гончаренко О.В.</b> , к. э. н., доцент;	<b>Поливаев О.И.</b> , д. тех. н., профессор;
<b>Груздова Л.Н.</b> , к. э. н., доцент;	<b>Растопчина Ю.Л.</b> , к. э. н., доцент;
<b>Демидова А.Г.</b> , к. с.-х. н., доцент;	<b>Саенко Ю.В.</b> , д. тех. н., доцент;
<b>Запорожцева Л.А.</b> , д. э. н., профессор;	<b>Сидоренко О.В.</b> , д. э. н., доцент;
<b>Колесников А.С.</b> , к. тех. н., доцент;	<b>Скuryтин Н.Ф.</b> , д. тех. н., профессор;
<b>Коломейченко А.В.</b> , д. тех. н., профессор;	<b>Смуров С.И.</b> , к. с.-х. н.;
<b>Котлярова Е.Г.</b> , д. с.-х. н., профессор;	<b>Столяров О.В.</b> , д. с.-х. н., профессор;
<b>Коцарева Н.В.</b> , д. с.-х. н., доцент;	<b>Ступаков А.Г.</b> , д. с.-х. н., профессор;
<b>Лебедев А.Т.</b> , д. тех. н., профессор;	<b>Токарёв Е.В.</b> , д.э.н., профессор
<b>Ломазов В.А.</b> , д. физ.-мат. н., профессор;	

**НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

Председатель – **Алейник С.Н.**, к. тех. н., доцент (Россия)

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

**Члены научно-редакционного совета:**

**Бондаренко Л.В.**, д. э. н., профессор, член-корреспондент РАН (Россия);  
**Вереновская А.**, PhD э. н. (Польша);  
**Ерохин М.Н.**, д. т. н., профессор, академик РАН (Россия);  
**Колесников А.В.**, д. э. н., доцент, член-корреспондент РАН (Россия);  
**Леммер А.Дж.**, д. с.-х. н. (Германия);  
**Простенко А.Н.**, к. э. н. (Россия);  
**Савченко Е.С.**, д. э. н., профессор, член-корреспондент РАН (Россия);  
**Турусов В.И.**, д. с.-х. н., профессор, академик РАН (Россия);  
**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).

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:

- 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)
- 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)
- 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)
- 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса (технические науки)
- 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)
- 5.2.4. Финансы (экономические науки)

Информация об ответственных редакторах и секретарях тематических секций указана в конце журнала в разделе «Руководство для авторов».

Отпечатано в ООО Издательско-полиграфический центр «ПОЛИТЕРРА»

Подписано в печать 05.10.2023 г., дата выхода в свет 16.10.2023 г.

Усл. п.л. 9,1. Тираж 1000 экз. Заказ № 2003. Свободная цена.

Адрес типографии: г. Белгород, ул. Студенческая 16, офис 19.

Тел. +7 910 360-14-99

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

## Innovations in Agricultural Complex: problems and perspectives

Theoretical, research and practice  
journal

Release 3 (39)  
2023

### Founder:

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

Published since 2013

Issued once per quarter

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.

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.

Design layout and computer-aided makeup:  
Manokhin A.A., Vorobyeva T.Y.

Editorial board and journal publisher:  
ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy,  
Belgorod region, Russia  
Tel.: +7 4722 39-11-69,  
Fax: +7 4722 39-22-62

© Federal State Budgetary Educational  
Institution of Higher Education  
«Belgorod State Agricultural University named  
after V. Gorin», 2023

### EDITORIAL STAFF

**Editor in Chief** – Aleinik S.N., Cand.Tech. Sci, as. prof;

**Deputy editor** – Dorofeev A.F., Dr. Econ. Sci., as. professor

### Members of Editorial Staff:

Azarov V.B., Dr. Agr. Sci., professor; Medeliyeva Z.P., Dr. Econ. Sci., professor;  
Andrianov E.A., Dr. Agr. Sci., professor; Muravyov A.A., Cand. Agri. Sci., as. prof.;  
Anichin V.L., Dr. Econ. Sci., professor; Myazin N.G., Dr. Agr. Sci., professor;  
Afonichev D.N., Dr. Tech. Sci., professor; Nasedkina T.I., Dr. Econ. Sci., professor;  
Babintsev V.P., Dr. Phil. Sci., professor; Naumkin V.N., Dr. Agr. Sci., professor;  
Vendin S.V., Dr. Tech. Sci., professor; Pastukhov A.G., Dr. Tech. Sci., professor;  
Goncharenko O.V., Cand. Econ. Sci., as. prof.; Polivaev O.I., Dr. Tech. Sci., professor;  
Gruzdova L.N., Cand. Econ. Sci., as. prof.; Rastopchina Y.L., Cand. Econ. Sci., as. prof.;  
Demidova A.G., Cand. Agr. Sci., as. prof.; Saenko Yu.V., Dr. Tech. Sci., professor;  
Zaporozhtseva L.A., Dr. Econ. Sci., professor; Sidorenko O.V., Dr. Econ. Sci., as. prof.;  
Kolesnikov A.S., Cand. Tech. Sci., as. prof.; Skuriatin N.F., Dr. Tech. Sci., professor;  
Kolomeichenko A.V., Dr. Tech. Sci., professor; Smurov S.I., Cand. Agr. Sci., as. prof.;  
Kotliarova E.G., Dr. Agr. Sci., professor; Stolyarov O.V., Dr. Agr. Sci., professor;  
Kotsareva N.V., Dr. Agr. Sci., as. prof.; Stupakov A.G., Dr. Agr. Sci., professor;  
Lebedev A.T., Dr. Tech. Sci., professor; Tokar E.V., Dr. Econ. Sci., professor;  
Lomazov V.A., Dr. Phys.-math. Sci., prof;

### EDITORIAL BOARD

**Chairman** – Aleinik S.N., Cand. Tech. Sci, as. prof; (Russia)

**Vice-Chairman** – Dorofeev A.F., Dr. Econ. Sci., as. professor (Russia)

### 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, Correspondent Member  
of RAS (Russia);  
Lemmer A.J., Dr. Agr. Sci. (Germany);  
Prostenko A.N., Cand. Econ. Sci. (Russia);  
Savchenko E.S., Dr. Econ. Sci., professor, Correspondent Member of RAS  
(Russia);  
Turusov V.I., Dr. Agr. Sci., professor, Academician of RAS (Russia);  
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).

The list of leading reviewed scientific journals in which the main scientific  
results of dissertations for the doctoral degrees of doctor and candidate of sci-  
ence should be published includes the following scientific specialties presented  
in the journal:

- 4.1.1. General agriculture and crop production (agricultural sciences)
- 4.1.3. Agrochemistry, agrosil science, plant protection and quarantine  
(agricultural sciences)
- 4.3.1. Technologies, machines and equipment for the agro-industrial complex  
(technical sciences)
- 4.3.2. Electrical technologies, electrical equipment and power supply of agro-  
industrial complex (technical sciences)
- 5.2.3. Regional and sectoral economics (economic sciences)
- 5.2.4. Finance (economic sciences)

Information about executive editors and secretaries of thematic sections is  
given at the end of the journal in the section «Guidelines for Authors».

Printed in (Limited liability company) Publication and printing  
center «POLYTERRA»

Signed for publication 05.10.2023, date of publication 16.10.2023.

Conventional printed sheet 9,1. Circulation 1000 copies.

Order № 2003. Free price.

Address of printing: st. Student 16, office 19., Belgorod, Russia  
tel. +7-910-360-14-99.

e-mail: [polyterra@mail.ru](mailto:polyterra@mail.ru), official website: [www/polyterra.ru](http://www/polyterra.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

### АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

<i>А.А. Бондаренко, С.В. Вендин, А.И. Тетерядченко</i> НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИЯХ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	5
<i>В.Н. Заболотный, С.В. Вендин, А.И. Тетерядченко</i> КОНСТРУКЦИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ.....	10
<i>И.Н. Кравченко, Д.У. Хасьянова, Э.И. Черкасова, А.В. Козлов</i> СПОСОБ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ МУФТ ВОЛНОВОДНЫХ СИСТЕМ.....	16

### ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

<i>О.В. Акиншина, И.О. Шестопалов, Я.О. Козелец, Г.И. Шестопалов, Д.В. Володин, А.В. Петренко, А.П. Ащеулова</i> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТ ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ СЕЛЕКЦИИ.....	22
<i>Л.М. Базаева, Д.К. Ханаева, П.В. Алборова, А.Х. Козырев, Х.М. Хетагуров</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТОВ НА ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ РСО-АЛАНИЯ.....	29
<i>Г.О. Борисенко, В.В. Лоткова, В.Б. Азаров</i> ПРОДУКТИВНОСТЬ НУТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА ЦЧЗ.....	37
<i>В.В. Горбунов, В.В. Лоткова, В.Б. Азаров</i> ДИНАМИКА ЗАПАСОВ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА ПРИ РАЗЛИЧНОМ УРОВНЕ ПИТАНИЯ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ В ЦЧР.....	42
<i>С.А. Дмитриенко, В.В. Лоткова, В.Б. Азаров</i> ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЁМА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУРУЗЫ.....	47
<i>С.И. Тютюнов, Е.В. Навольнева, А.С. Пойменов, И.О. Шестопалов, Л.Н. Придачина</i> ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО.....	51

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

<i>В.Л. Аничин, А.И. Добрунова, Н.Ю. Яковенко</i> АНАЛИЗ «ПРОСТОГО» СПОСОБА РАСЧЕТА СРОКА ОКУПАЕМОСТИ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЙ.....	57
<i>Н.И. Човган, О.С. Акупиян</i> ИННОВАЦИОННЫЙ АСПЕКТ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРАРНОГО СЕКТОРА.....	61
<b>Руководство для авторов.....</b>	68

## CONTENTS

### AGRICULTURAL ENGINEERING AND ENERGY EFFICIENCY

<i>A.A. Bondarenko, S.V. Vendin, A.I. Teteryadchenko</i> DIRECTIONS OF IMPROVEMENT OF MICROCLIMATE SYSTEMS IN THE PREMISES OF A MEAT PROCESSING ENTERPRISE.....	5
<i>V.N. Zabolotniy, S.V. Vendin, A.I. Teteryadchenko</i> CONSTRUCTION INSTALLATIONS OF ULTRAVIOLET DISINFECTION WATER.....	10
<i>I.N. Kravchenko, D.U. Khasyanova, E.I. Cherkasova, A.V. Kozlov</i> METHOD FOR THERMOMECHANICAL FORMATION OF INNER SURFACES OF COUPLINGS OF WAVEGUIDE SYSTEMS.....	16

### INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN AGRONOMY

<i>O.V. Akinshina, I.O. Shestopalov, Ya.O. Kozelets, G.I. Shestopalov, D.V. Volodin, A.V. Petrenko, A.P. Ascheulova</i> COMPARATIVE EVALUATION OF THE QUALITY INDICATORS OF WINTER SOFT WHEAT OF VARIOUS PLACES OF ORIGIN IN THE SELECTION PROCESS.....	22
<i>L.M. Bazaeva, D.K. Khanaeva, P.V. Alborova, A.Kh. Kozyrev, Kh.M. Khetagurov</i> THE EFFECTIVENESS OF BIOLOGICAL PRODUCTS ON WINTER WHEAT CROPS IN THE CONDITIONS OF THE FOOTHILL ZONE OF THE RSO-ALANIA.....	29
<i>G.O. Borisenko, V.V. Lotkova, V.B. Azarov</i> CHICKPEA PRODUCTIVITY WITH VARIOUS CULTIVATION TECHNOLOGIES IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH-WEST OF THE CENTRAL AGRICULTURAL DISTRICT.....	37
<i>V.V. Gorbunov, V.V. Lotkova, V.B. Azarov</i> DYNAMICS OF MINERAL NITROGEN RESERVES AT DIFFERENT LEVELS OF MINERAL NUTRITION OF SUGAR BEET IN THE CDR.....	42
<i>S.A. Dmitrienko, V.V. Lotkova, V.B. Azarov</i> CHANGES IN THE FERTILITY OF CHERNOZEM WITH VARIOUS TECHNOLOGIES OF CULTIVATION OF CUCURUZA..	47
<i>S.I. Tyutyunov, E.V. Navolneva, A.S. Poimenov, I.O. Shestopalov, L.N. Pridachina</i> THE INFLUENCE OF AGROTECHNICAL FACTORS ON THE NITROGEN REGIME OF TYPICAL CHERNOZEM.....	51

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

<i>V.L. Anichin, A.I. Dobrunova, N.Yu. Yakovenko</i> ANALYSIS OF A «SIMPLE» WAY TO CALCULATE THE PAYBACK PERIOD OF INVESTMENTS.....	57
<i>N.I. Chovgan, O.S. Akupiyan</i> INNOVATIVE ASPECT OF INSTITUTIONAL TRANSFORMATION OF AGRICULTURAL SECTOR ENTERPRISES.....	61
<b>Guidelines for authors</b> .....	68

## АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

УДК 681.5

*А.А. Бондаренко, С.В. Вендин, А.И. Тетерядченко*

### НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИЯХ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**Аннотация.** В статье рассмотрены направления совершенствования систем микроклимата в помещениях мясоперерабатывающего предприятия, обеспечивающих поддержание здоровья работников и улучшение условий труда на предприятии путем обеспечения чистоты воздуха и повышение производительности труда работников. Одним из путей оздоровления воздушной среды в помещениях мясоперерабатывающего предприятия является применение бактерицидных рециркуляторов воздуха закрытого типа с применением ламп ультрафиолетового излучения. Использование УФ установок закрытого типа позволяет обеспечить обеззараживание воздуха в присутствии сотрудников, что не влечет дополнительные простои подразделения. Кроме того, данный конструктив позволяет достичь заданный уровень бактерицидной эффективности в рабочей среде, с возможностью обеспечения поддержания микробной обсемененности воздуха помещения на заданном уровне. Приводятся рекомендации по применению бактерицидных рециркуляторов для обеспечения снижения рисков заболевания вирусными, бактериальными инфекциями, повышения безопасности людей и соблюдения требований СанПиН к выпускаемому продукту. Повышение производительности труда работников может быть обеспечено применением приточно-вытяжных установок с гликолевым рекуператором. Благодаря циркуляции в системе незамерзающей жидкости, например пропиленгликоля или этиленгликоля с водой устройство перерабатывает тепловую энергию. Приведен анализ зависимости производительности труда в цехе убоя от температуры воздуха в помещении, структурная схема и принцип работы установок с гликолевым рекуператором, а также перспективы и преимущества применения гликолевых рекуператоров. В устройстве организован замкнутый контур с циркулирующим в нём теплоносителем. Один теплообменник находится в канале, через который проходит удаляемый воздух, второй в потоке приточного воздуха. Крайне важно, что они должны работать в противоточном режиме относительно воздушного потока, т.к. при обратном подключении эффективность их работы снижается до 20%. Представлены рекомендации по применению гликолевых рекуператоров.

**Ключевые слова:** мясопереработка, санитарная безопасность, бактерицидные рециркуляторы, микроклимат, вентиляция, гликолевые рекуператоры.

### DIRECTIONS OF IMPROVEMENT OF MICROCLIMATE SYSTEMS IN THE PREMISES OF A MEAT PROCESSING ENTERPRISE

**Abstract.** The article discusses the directions for improving the microclimate systems in the premises of a meat processing enterprise, which ensure the maintenance of the health of workers and the improvement of working conditions at the enterprise by ensuring clean air and increasing the productivity of workers. One of the ways to improve the air environment in the premises of a meat processing enterprise is the use of bactericidal closed-type air recirculators using ultraviolet radiation lamps. The use of UV units of a closed type makes it possible to provide air disinfection in the presence of employees, which does not entail additional downtime of the unit. In addition, this design makes it possible to achieve a predetermined level of bactericidal efficiency in the working environment, with the possibility of maintaining the microbial contamination of the room air at a predetermined level. Recommendations are given on the use of bactericidal recirculators to reduce the risk of viral and bacterial infections, improve human safety and comply with SanPiN requirements for the product. An increase in labor productivity of workers can be ensured by the use of air handling units with a glycol recuperator. Thanks to the circulation of an antifreeze liquid, for example, propylene glycol or ethylene glycol with water, the device processes heat energy. An analysis of the dependence of labor productivity in the slaughter shop on the air temperature in the room, a block diagram and the principle of operation of plants with a glycol heat exchanger, as well as the prospects and advantages of using glycol heat exchangers are given. The device has a closed circuit with a coolant circulating in it. One heat exchanger is located in the channel through which the exhaust air passes, the second in the supply air flow. It is extremely important that they must work in countercurrent mode relative to the air flow, because when connected in reverse, their efficiency decreases by up to 20%. Recommendations on the use of glycol recuperators are presented.

**Keywords:** meat processing, sanitary safety, bactericidal recirculators, microclimate, ventilation, glycol recuperators.

**Введение.** СанПиН 2.3.2.560–96 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» обязует предприятия пищевой и перерабатывающей отрасли соблюдать бактерицидную чистоту воздуха, необходимо это не только для поддержания здоровья работников и улучшения работоспособности предприятия, но и обеспечения чистоты воздуха [1].

Реализация полуфабрикатов должна осуществляться в обособленных помещениях первой категории, где бактерицидная эффективность не может быть менее 99%. Обусловлено это тем, что наличие повышенной влажности воздуха, а также питательных веществ способствует активному размножению и развитию спор плесневых грибов, дрожжей, патогенных микробов, которые влияют на сроки годности ингредиентов. Как итог – выпуск некачественной продукции и потеря прибыли.

Кроме того, главной задачей любой компании является организация эффективной работы внутри предприятия на уровне сотрудников, цеха, отдела, завода и т. п. Продуктивность может оцениваться посредством её показателей. Исследуя факторы, влияющие на производительность труда, можно определить направления повышения эффективности производства. С помощью таких показателей определяют, насколько добросовестно персонал выполняет свои обязанности, стоит ли проводить изменения штата [2].

Ниже приведен анализ перспективности применения бактерицидных рециркуляторов воздуха закрытого типа с применением ламп ультрафиолетового излучения и приточно-вытяжных установок с гликолевым рекуператором.

**Материалы и методы.** Цель и научная новизна представленных исследований состоит в анализе направлений совершенствования систем микроклимата в помещениях мясоперерабатывающего предприятия, обеспечивающих поддержа-

ние здоровья работников и улучшение условий труда на предприятии путем обеспечения чистоты воздуха и повышение производительности труда работников. При этом задачи исследований включали: анализ перспектив применения бактерицидных рециркуляторов воздуха закрытого типа с применением ламп ультрафиолетового излучения; анализ перспектив применения приточно-вытяжных установок с гликолевым рекуператором. При проведении исследований использованы методы анализа технических и технологических решений.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В качестве решения достаточно серьезной проблемы поддержания здоровья работников и улучшения условий труда на предприятии является совершенствование системы вентиляции [3-5]. Перспективным направлением является установка бактерицидных рециркуляторов воздуха закрытого типа для обеззараживания.

Использование установок закрытого типа позволяет обеспечить обеззараживание воздуха в присутствии сотрудников, что не влечет дополнительные простои подразделения. Кроме того, данный конструктив позволяет достичь заданный уровень бактерицидной эффективности в рабочей среде, с возможностью обеспечения поддержания микробной обсемененности воздуха помещения на заданном уровне.

Типовая модель устройства состоит из ультрафиолетовых ламп, вентилятора для циркуляции воздуха, фильтра очистки, защитной решетки, блока питания, пускорегулирующего аппарата, а также выключателя [6].

Все эти составляющие позволяют самостоятельно собрать установку производительностью 3000 м<sup>3</sup>/час и обеспечить ее работу по следующему алгоритму:

- закачивание грязного воздуха из помещения в камеру рециркулятора;
- воздействие ламп УФ на принятый воздух;
- выпуск чистого, обеззараженного воздуха в производственное помещение;
- начало нового цикла.

При разработке данного устройства стоит также учитывать следующие моменты:

- производительность должна быть обусловлена объёмом производственного помещения;
- соответствие уровню бактерицидной эффективности в помещениях, в нашем случае не менее 99%;
- удобный крепеж устройства;
- оптимальный уровень шума, так как установка будет работать в непосредственной близости с людьми.

Эффективность использования рециркуляторов может быть достигнута при правильном выборе количества установок, мощности и времени работы.

При включении бактерицидного рециркулятора на ограниченный период времени минимальную продолжительность его работы рекомендуется определять так, чтобы можно было обеспечить минимум однократное прохождение всего объема воздуха помещения через установку. Для этого необходимо использовать следующую формулу

$$T_{\text{мин}} = \frac{V_{\text{п}}}{Q_{\text{рец}}}. \quad (1)$$

где  $T_{\text{мин}}$  – минимальная продолжительность работы бактерицидного рециркулятора, ч;  $V_{\text{п}}$  – объем помещения, м<sup>3</sup>;  $Q_{\text{рец}}$  – производительность бактерицидного рециркулятора, м<sup>3</sup>/ч.

Небольшой цех по производству полуфабрикатов имеет площадь объемом 15000 м<sup>3</sup>. Тогда для обеззараживания помещения такой площади одной установкой потребуется 300 минут или же 5 часов. Эффективнее использовать несколько установок для достижения необходимого результата за короткий срок [7].

По завершению исследований было выявлено, что использование данных установок:

- обеспечивает чистоту воздуха путём уменьшения количества пыли и других загрязнений;
- способствует поддержанию здоровья работников предприятия;
- улучшает работоспособность предприятия и снижает расходы на энергоресурсы.

Предложенное решение, а именно бактерицидный рециркулятор определенно важный инструмент в таком сегменте АПК, как отрасль переработка мяса. В результате его использования снижаются риски заболевания вирусными, бактериальными инфекциями, повышается безопасность людей и соблюдение требований СанПиН к выпускаемому продукту.

Производительность труда – это показатель, показывающий какую пользу приносит работа конкретного сотрудника или отдела за выделенное время. Определенно, что чем больше результата приносит выполненная работа компании, тем выше значения такого показателя, как производительность.

Производительность напрямую зависит от:

- условий труда;
- износа основных средств;
- устаревших технологий, используемых на производстве;
- неэффективного менеджмента;
- отношений внутри коллектива;
- низкой заработной платы.

Так, микроклимат на рабочих местах характеризуется такими показателями, как:

- температура в помещении, где установлено рабочее место (значения указаны в СанПиН);
- скорость движения воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- интенсивность теплового облучения.

Поддержание установленных значений микроклимата на мясоперерабатывающем производстве без применения автоматики и современных охладителей просто невозможно, особенно в цехе убоя.

Цех убоя – это основное подразделение, осуществляющее такие операции как:

- предубойное содержание животных;
- оглушение углекислотой;
- ошпаривание;
- обезволашивание;
- ошпаривание;
- опалка туш;

- доопалка ручным инструментом.

Вышеуказанные операции происходят в одном помещении и как правило в нескольких метрах от друг друга. Отсюда и высокие значения температуры в помещении, которые не соответствуют установленным нормам даже в зимний период.

Сотрудники цеха убоя имеют сложные условия труда и относятся к той группе рабочих, которые постоянно перемещаются, переносят туши животного весом свыше 10 кг, поэтому температура воздуха на их рабочем месте должна быть 15...26°C.

Зависимость производительности труда от установленной температуры в цехе убоя представлена на рисунке 1.

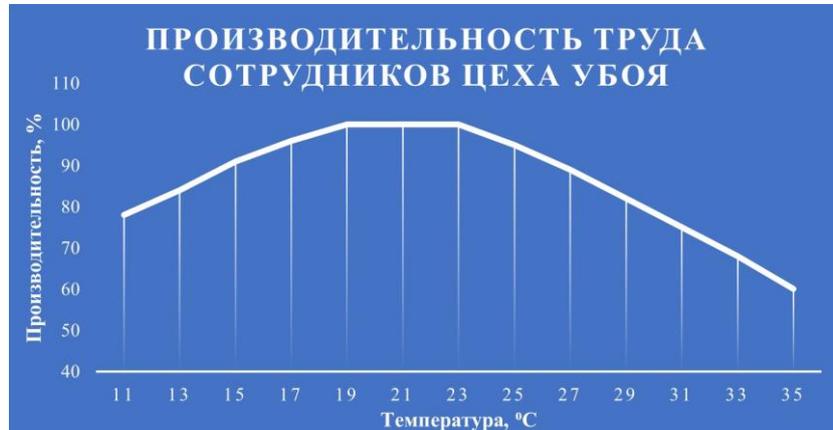


Рис. 1 – Зависимость производительности труда от температуры

Несоблюдение установленных норм температурного режима влечет за собой не только снижение продуктивности на предприятии, но и необходимость:

- сокращения рабочего времени;
- установления дополнительных перерывов в специализированных комнатах отдыха, имеющих комфортные значения микроклимата;
- предоставления краткосрочных отпусков с письменного согласия сотрудников [8].

Также несоблюдение норм может спровоцировать хронические заболевания у сотрудников. Безусловно, каждый работодатель заинтересован в том, чтобы его сотрудники были здоровы, и работа их была максимально эффективной. Кроме того, чтобы рабочий день длился согласно установленному плану, без дополнительного времени на отдых. В связи с этим монтаж системы кондиционирования является лучшим инструментом, способным не только сохранить, но и приумножить возможную прибыль компании путём повышения эффективности сотрудников.

Оптимальным вариантом для передачи теплоты от потока вытяжного воздуха к приточному с исключением смешивания между собой является рекуператор.

Основная функция рекуператора – получение полезной энергии из удаляемого воздуха в помещении при условии, что потоки воздуха не смешиваются, а именно, что приточный воздух не должен получать загрязнения от отработанного вытяжного воздуха. Этот принцип работы сохраняется как в зимнее, так и в летнее время.

В зимний период приточный воздух нагревается за счёт вытяжного, что позволяет сэкономить на мощности калорифера любого типа.

Для обеспечения сотрудников цеха убоя чистым воздухом и номинальными значениями температур применение гликолевого рекуператора является наиболее интересным вариантом. Благодаря циркуляции в системе незамерзающей жидкости, например пропиленгликоля или этиленгликоля с водой устройство перерабатывает тепловую энергию.

Благодаря конструктивным особенностям в устройстве организован замкнутый контур с циркулирующим в нём теплоносителем. Один теплообменник находится в канале, через который проходит удаляемый воздух, второй в потоке приточного воздуха. Крайне важно, что они должны работать в противоточном режиме относительно воздушного потока, т. е. при обратном подключении эффективность их работы снижается до 20% [9].

Принцип работы установки представлен на рисунке 2.

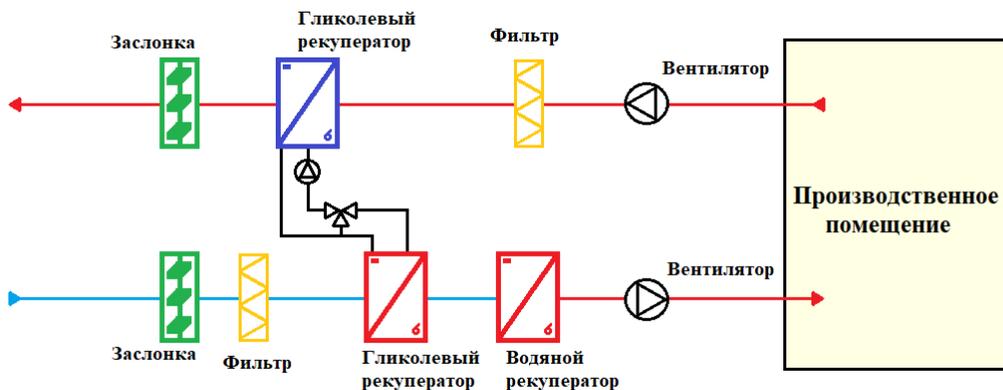


Рис. 2 – Принцип работы гликолевого рекуператора

В зимний период первый теплообменник используется в качестве охладителя, забирая тепло из потока вытяжного воздуха. Теплоноситель при помощи циркуляционного насоса перемещается по замкнутому контуру и попадает во второй теплообменник, который используется в качестве обогревателя, где тепло передается приточному воздуху. Говоря о теплом периоде года надо отметить, что устройство работы прямо противоположно.

Применение подобной установки на производстве позволит:

- смонтировать несколько вытяжек и один приток (или наоборот);
- отдалить приток и вытяжку на расстояние до 800 м;
- регулировать систему рекуперации за счёт изменения скорости циркуляции теплоносителя;
- использовать гликолевый раствор в зимнее время года, т. к. он не подвержен заморозкам;
- исключить попадание в приток воздуха из вытяжки благодаря использованию промежуточного теплоносителя [10].

Гликолевый рекуператор пользуется популярностью, когда:

- система имеет два контура;
- потоки приточного и вытяжного воздуха не должны перемешиваться;
- есть риск взаимодействия с опасными газами;
- разные участки должны иметь разную поддерживаемую температуру.

Использование гликолевых рекуператоров имеет ряд преимуществ, таких как:

- возможность удаленного расположения теплообменников;
- использование установки круглогодично;
- минимальный риск поломок, так как отсутствуют динамичные части;
- возможность регулирования интенсивности воздушного потока;
- возможность применения нескольких вытяжных и приточных потоков;
- отсутствие смешивания потоков воздуха;
- окупаемость составляет до 2 лет.

Также существует ряд недостатков, таких как:

- наличие насоса в установке влечет затраты на электроэнергию;
- низкий КПД;
- необходимость индивидуального расчёта.

Перед тем, как утверждать о большой стоимости гликолевого рекуператора стоит рассчитать энергоэффективность и затраты на электроэнергию.

Перед тем, как утверждать о большой стоимости гликолевого рекуператора стоит рассчитать мощность при рекуперации и оценить затраты на электроэнергию.

Требуемая мощность при рекуперации рассчитывается по формуле

$$Q = 0,335 \cdot L \cdot (t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}}), \quad (2)$$

где  $Q$  – тепловая мощность рекуператора, кВт; 0,335 – постоянный коэффициент, кДж/(м<sup>3</sup>·°C);  $L$  – расход воздуха, м<sup>3</sup>/ч;  $t_{\text{нач}}$  – температура входящего воздуха, °C;  $t_{\text{кон}}$  – температура выходящего воздуха, °C.

При оценке общей мощности рекуператора учитывают его энергоэффективность с учетом ожидаемого коэффициента полезного действия (КПД):

$$E = Q/n, \quad (3)$$

где  $E$  – общая мощность рекуператора, кВт;  $n$  – ожидаемый КПД.

Грамотно сделанный индивидуальный расчет способен повысить КПД и эффективность установки, а также устранить указанные ранее недостатки системы.

**Заключение.** Рассмотрены направления совершенствования систем микроклимата в помещениях мясоперерабатывающего предприятия, обеспечивающих поддержание здоровья работников и улучшение условий труда на предприятии путем обеспечения чистоты воздуха и повышение производительности труда работников. Температура воздуха на их рабочем месте должна быть 15...26°C.

Одним из путей оздоровления воздушной среды в помещениях мясоперерабатывающего предприятия является применение бактерицидных рециркуляторов воздуха закрытого типа с применением ламп ультрафиолетового излучения. Использование УФ установок закрытого типа позволяет обеспечить обеззараживание воздуха в присутствии сотрудников, что не влечет дополнительные простои подразделения.

Повышение производительности труда работников может быть обеспечено применением приточно-вытяжных установок с гликолевым рекуператором. Благодаря циркуляции в системе незамерзающей жидкости, например пропиленгликоля или этиленгликоля с водой устройство перерабатывает тепловую энергию.

Установлено, что работа рециркулятора должна быть организована в противоточном режиме относительно канала воздушного потока. В приточном режиме эффективность их работы снижается до 20%. Представлены рекомендации по применению и расчету мощности гликолевых рекуператоров.

### Библиография

1. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.3.2.560-96 Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 24.10.1996 N 27) (с изменениями и дополнениями) (прекратили действие) | ГАРАНТ (garant.ru) [Электронный ресурс] URL: <https://base.garant.ru/4176602/?ysclid=lepih87usv780725511> (дата 24.02.2023).
2. Влияние микроклимата на производительность труда и состояние здоровья, профессиональные заболевания – Взаимодействие жизнедеятельности человека с окружающей средой обитания (studwood.net) [Электронный ресурс]. URL: [https://studwood.net/679352/bzhd/vliyanie\\_mikroklimata\\_proizvoditelnost\\_truda\\_sostoyanie\\_zdorovya\\_professionalnye\\_zabolevaniya?ysclid=lhkgiakgr2658176200](https://studwood.net/679352/bzhd/vliyanie_mikroklimata_proizvoditelnost_truda_sostoyanie_zdorovya_professionalnye_zabolevaniya?ysclid=lhkgiakgr2658176200) (дата обращения: 02.05.2023).
3. Самарин Г.Н. Энергосберегающая система кондиционирования воздуха для ферм // Техника в сельском хозяйстве. 2017. № 4. С. 43.
4. Автоматизированная система обеспечения микроклимата в птичниках / И.М. Довлатов, Л.Ю. Юферев, В.В. Кирсанов, Д.Ю. Павкин, В.Ю. Матвеев // Вестник НГИЭИ. 2018. № 7 (86). С. 7–18.

5. Войтенко В.С., Вендин С.В. Схема блока управления вентиляцией помещения // Материалы международной студенческой научной конференции. Белгородский ГАУ, 2015. С. 208.
6. Столер В.Д., Иванов Ю.А., Савельев Ю.Л. Эффективные устройства местной вентиляции на промышленных объектах. Учебное пособие. Лань, 2022. 252 с.
7. Калинин И.В. Монтаж и пусконаладочные работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Стройинформиздат, 2017. 46 с.
8. Нормы температуры на рабочем месте: новый СанПиН 1.2.3685-21 (kdelo.ru) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kdelo.ru/art/385289-normy-temperature-sanpin-2018-18-m8> (дата обращения: 02.05.2023).
9. Молчанов Б.С. Проектирование промышленной вентиляции. RUGRAM, 2022. – 240 с.
10. Гликолевый рекуператор – принцип работы, популярные модели и цены, где купить (ventilsystem.ru) [Электронный ресурс]. URL: <https://ventilsystem.ru/klimaticheskaya-texnika/rekuperator/glikolevyj-rekuperator.html#prettyPhoto> (дата обращения: 02.05.2023).

#### References

1. Sanitary pravila i normy SanPiN 2.3.2.560-96 Gigiyenicheskiye trebovaniya k kachestvu i bezopasnosti prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevykh produktov (utv. postanovleniyem Goskomsanepidnadzora RF ot 24.10.1996 N 27) (s izmeneniyami i dopolneniyami) (garant.ru) [Sanitary rules and norms of SanPiN 2.3.2.560-96 Hygienic requirements for the quality and safety of food raw materials and food products (approved by the resolution of the State Sanitary and Epidemiological Supervision of the Russian Federation dated 24.10.1996 N 27) (with amendments and additions)] (prekratili deystviye) | GARANT [Elektronnyy resurs]. URL: <https://base.garant.ru/4176602/?ysclid=lepih87usv780725511> (data 24.02.2023).
2. Vliyaniye mikroklimate na proizvoditel'nost' truda i sostoyaniye zdorov'ya, professional'nyye zabolevaniya – Vzaimodeystviye zhiznedeyatel'nosti cheloveka s okruzhayushchey sredoy obitaniya [The influence of microclimate on labor productivity and health status, occupational diseases] (studwood.net) [Elektronnyy resurs]. URL: [https://studwood.net/679352/bzhd/vliyanie\\_mikroklimate\\_proizvoditel'nost'\\_truda\\_sostoyanie\\_zdorovya\\_professionalnye\\_zabolevaniya?ysclid=lhkgiakgr2658176200](https://studwood.net/679352/bzhd/vliyanie_mikroklimate_proizvoditel'nost'_truda_sostoyanie_zdorovya_professionalnye_zabolevaniya?ysclid=lhkgiakgr2658176200) (data obrashcheniya: 02.05.2023).
3. Samarin G.N. Energoberegayushchaya sistema konditsionirovaniya vozdukha dlya ferm [Energy-saving air conditioning system for farms] // Tekhnika v sel'skom khozyaystve. 2017. № 4. S. 43.
4. Avtomatizirovannaya sistema obespecheniya mikroklimate v ptichnikakh [Automated system for providing microclimate in poultry houses] / I.M. Dovlatov, L.Yu. Yuferev, V.V. Kirsanov, D.Yu. Pavkin, V.Yu. Matveyev // Vestnik NGIEI. 2018. № 7 (86). S. 7–18.
5. Voytenko V.S., Vendin S.V. Skhema bloka upravleniya ventilyatsiyey pomeshcheniya [Diagram of the room ventilation control unit] // Materialy mezhdunarodnoy studencheskoy nauchnoy konferentsii. Belgorodskiy GAU, 2015. S. 208.
6. Stoler V.D., Ivanov Yu.A., Savel'yev Yu.L. Effektivnyye ustroystva mestnoy ventilyatsii na promyshlennykh ob'yektakh. [Effective local ventilation devices at industrial facilities]. Uchebnoye posobiye. Lan', 2022. 252 s.
7. Kalinnikov I.V. Montazh i puskonaladochnyye raboty sistem ventilyatsii i konditsionirovaniya vozdukha [Installation and commissioning of ventilation and air conditioning systems]. Stroyinformizdat, 2017. 46 s.
8. Normy temperature na rabochem meste: novyy SanPiN 1.2.3685-21 [Workplace temperature standards: new SanPiN 1.2.3685-21] (kdelo.ru) [Elektronnyy resurs]. URL: <https://www.kdelo.ru/art/385289-normy-temperature-sanpin-2018-18-m8> (data obrashcheniya: 02.05.2023).
9. Molchanov B.S. Proyektirovaniye promyshlennoy ventilyatsii [Design of industrial ventilation] / RUGRAM, 2022. – 240 s.
10. Glikolevyj rekuperator – printsip raboty, populyarnyye modeli i tseny, gde kupit' [Glycol recuperator – principle of operation, popular models and prices, where to buy] (ventilsystem.ru) [Elektronnyy resurs]. URL: <https://ventilsystem.ru/klimaticheskaya-texnika/rekuperator/glikolevyj-rekuperator.html#prettyPhoto> (data obrashcheniya: 02.05.2023).

#### Сведения об авторах

Бондаренко Андрей Алексеевич, аспирант кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-11-36, e-mail: BondarenkoAndrey1997@yandex.ru.

Вендин Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-11-36, e-mail: elapk@mail.ru.

Тетерядченко Алексей Иванович, старший преподаватель кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина», ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-11-36, e-mail: teteryadchenko\_ai@bsaa.edu.ru.

#### Information about authors

Bondarenko Andrey Alekseevich, post-graduate student of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in the Agro-Industrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maisky village, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +74722 39-11-36, e-mail: BondarenkoAndrey1997@yandex.ru.

Vendin Sergey Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in the AIC, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maisky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +74722 39-11-36, e-mail: elapk@mail.ru.

Teteryadchenko Aleksey Ivanovich, Senior Lecturer of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in the Agroindustrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maisky village, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +74722 39-11-36, e-mail: teteryadchenko\_ai@bsaa.edu.ru.

## КОНСТРУКЦИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ

**Аннотация.** Материалы статьи посвящены разработке устройства для обеззараживания воды потоком ультрафиолетового излучения. По результатам исследования предлагается автоматизированное устройство для ультрафиолетового обеззараживания воды непрерывного действия, которое позволяет повысить качество обработки воды за счет многоступенчатой стадии очистки воды. На первом этапе вода будет проходить очистку от механических примесей, а на втором этапе будет проходить бактериологическая очистка воды при помощи ультрафиолетовых лучей. Для повышения качества обработки воды ультрафиолетовым излучением по сечению трубки, внутри трубки располагается винтовой механизм, обеспечивающий перемешивание слоев воды. Для управления процессом обеззараживания воды, поступающей из емкости, предлагается система управления, содержащая датчик уровня воды в емкости и датчик уровня воды для включения электронасоса, когда в емкости вода находится на минимальном уровне. Для гарантированного ультрафиолетового обеззараживания воды необходимо обеспечить величину поверхностной или объемной дозы облучения. Для этого приведены расчетные соотношения, которые учитывают основные размеры рабочей дозы облучения и интенсивность источника ультрафиолетового облучения. Особенностью конструкции является то, что движение потока воды происходит по винтовой вставке внутри цилиндрической кварцевой трубки. Поэтому в основу расчетных формул положены базовые теоретические результаты для одновинтового насоса. В данном случае процесс движения потока воды по винтовой вставке внутри цилиндрической кварцевой трубки представляет обратную задачу для винтового насоса. Предлагается алгоритм управления процессом обработки для цилиндрического аппарата со вставкой, где основным управляемым параметром является время обработки. При реализации предложенного алгоритма управления необходимо обеспечить расход и напор воды на входе аппарата. Согласно расчетам, доза облучения будет определяться временем нахождения частиц воды в зоне облучения, а однородность обработки объема воды достигается изменением числа витков и шага винтовой вставки.

**Ключевые слова:** устройство, ультрафиолетовое обеззараживание воды, бактериальная очистка воды, обеззараживание воды, датчик уровня воды, система управления.

## CONSTRUCTION INSTALLATIONS OF ULTRAVIOLET DISINFECTION WATER

**Abstract.** The materials of the article are devoted to the development of a device for disinfecting water with a stream of ultraviolet radiation. Based on the results of the study, an automated device for continuous ultraviolet water disinfection is proposed, which allows improving the quality of water treatment due to the multi-stage water purification stage. At the first stage, water will be purified from mechanical impurities, and at the second stage, bacteriological water purification will take place using ultraviolet rays. To improve the quality of water treatment by ultraviolet radiation over the cross section of the tube, a screw mechanism is located inside the tube, which ensures mixing of the water layers. To control the process of disinfection of water coming from the tank, a control system is proposed that contains a water level sensor in the tank and a water level sensor to turn on the electric pump when the water in the tank is at a minimum level. For guaranteed ultraviolet disinfection of water, it is necessary to provide the value of the surface or volumetric dose of radiation. To do this, the calculation ratios are given, which take into account the main dimensions of the working dose of radiation and the intensity of the source of UV radiation. A design feature is that the movement of the water flow occurs along a screw insert inside a cylindrical quartz tube. Therefore, the calculation formulas are based on the basic theoretical results for a single-screw pump. In this case, the process of water flow movement along the screw insert inside the cylindrical quartz tube is an inverse problem for the screw pump. An algorithm for controlling the processing process for a cylindrical apparatus with an insert is proposed, where the main controlled parameter is the processing time. When implementing the proposed control algorithm, it is necessary to ensure the flow and pressure of water at the inlet of the apparatus. According to the calculations, the irradiation dose will be determined by the time spent by water particles in the irradiation zone, and the uniformity of the treatment of the volume of water is achieved by changing the number of turns and the pitch of the screw insert.

**Keywords:** device, ultraviolet water disinfection, bacterial water purification, water disinfection, water level sensor, control system.

**Введение.** Вода является источником жизни и неотъемлемой частью сырья и технологической среды во многих производствах, включая сельскохозяйственное производство. Актуальность представленных исследований обусловлена тем, что вода может быть подвержена загрязнению вредными микроорганизмами, поэтому через контакт человека с водой могут попасть болезнетворные бактерии. Поэтому перед использованием воды необходимо провести процедуру по очистке воды [1-4].

Существует множество методов по обеззараживанию воды от вредных микроорганизмов. Самым современным методом является метод по использованию ультрафиолетового излучения. Так как клетки болезнетворных микроорганизмов не имеют механизма защиты от бактерицидного излучения, самой оптимальной длиной волны при очистке является длина 265-275 нм. Также к достоинствам этого метода можно отнести скорость обработки воды, она мгновенная, что не требует дополнительных затрат на установку емкостей. Также при облучении ультрафиолетовым (УФ) излучением в воде не образуются остаточных соединений, которые могут оказывать пагубное воздействие на окружающую среду, также ультрафиолетовое излучение не изменяет органолептических свойств воды. Но при обеззараживании ультрафиолетовым излучением, если в воде содержатся мелкие примеси, это может негативно сказаться на качестве обеззараживания. Так как болезнетворные бактерии могут находиться на поверхности примеси и не получить дозу облучения, необходимую для инактивации.

Также вредные микроорганизмы имеют различную чувствительность к ультрафиолетовому воздействию. Для сравнения чувствительности микроорганизмов к инактивации используют расчеты по дозе облучения. Каждый тип микроорганизма требует определенную дозу для достижения инактивации. Для каждого типа микроорганизмов международная ультрафиолетовая ассоциация IUVА постоянно публикует рекомендуемые дозы, достаточные при подавлении микроорганизмов.

При определении режимов УФ обеззараживания для воды и воздуха используют параметр «поверхностной бактерицидной дозы». Параметр «объемная бактерицидная доза облучения» используется реже, так как есть много ограничений в виде того, что излучение не равномерно воздействует на объект по всему объему, из-за того, что вода частично может за-

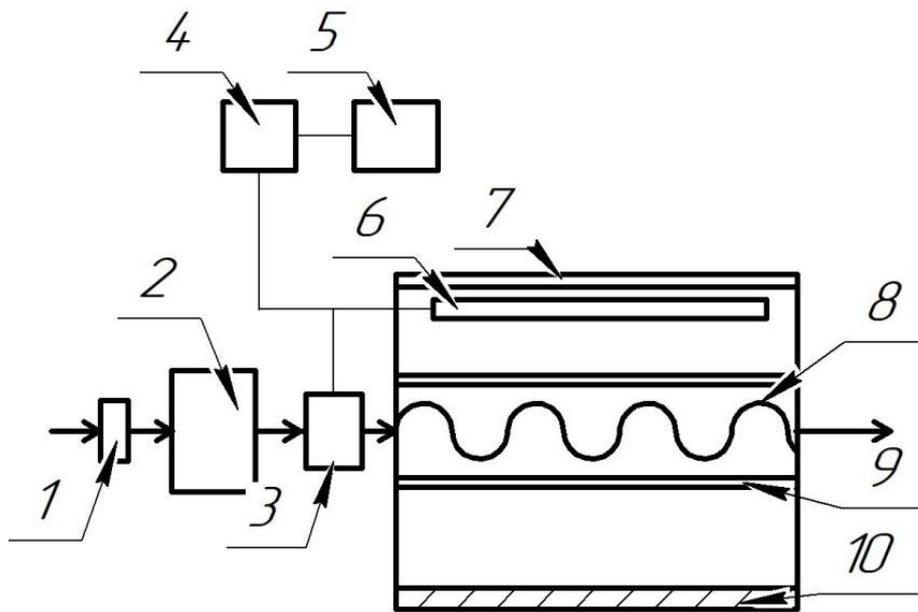
держивать ультрафиолетовые лучи (верхние слои воды получают большую дозу облучения, по сравнению с теми слоями, которые находятся на удаленном расстоянии от источника ультрафиолетового излучения).

В связи с этим традиционно в расчетах и при выборе оборудования для УФ обработки в большинстве стран мира используется поверхностная доза. В России допускается использование «объемной бактерицидной дозы облучения» [5].

**Материалы и методы.** Цель и научная новизна состоит в создании устройства, гарантирующего полную очистку воды, которая будет соответствовать всем действующим нормам. Также создать для устройства обеззараживания воды алгоритм управления для того, чтобы установка могла работать в автоматическом режиме. Разработка конструкции установки для обеззараживания воды применялась с учетом анализа технических решений и патентного поиска. В расчетах брали самые современные методы, дающие максимальный эффект по очистке воды от примесей.

**Результаты и обсуждение.** Современная система водоподготовки с применением УФ обработки воды основана на принципе многобарьерной очистки воды. Суть много барьерной водоподготовки заключается в использовании нескольких методов или этапов по очистке воды, так как каждому методу присущи свои недостатки, а комбинирование различных технологий по водоподготовке может компенсировать недостатки других методов [6-9]. Для повышения качества обеззараживания воды предлагается комбинированная УФ установка (рисунок 1), где очистка происходит по много барьерной системе, сначала вода проходит первый этап очистки от механических примесей в блоке предварительной очистки воды и после этого направляется в блок ультрафиолетовой обработки.

Специальная винтовая вставка внутри цилиндрической кварцевой трубки обеспечивает перемешивание движущихся слоев воды и повышает однородность обработки и бактерицидное действие УФ излучения во всем объеме воды.



1 – шаровый кран; 2 – первый этап очистки; 3 – датчик потока воды; 4 – блок управления; 5 – блок питания;  
6 – источник ультрафиолетового излучения; 7 – отражающий элемент; 8 – винтовая вставка;  
9 – кварцевая трубка; 10 – отражающий элемент

**Рис. 1 – Схема установки для УФ обеззараживания воды**

Устройство для обеззараживания воды работает следующим образом. Сначала открывается шаровый кран 1, и вода поступает на первый этап очистки, здесь при помощи фильтров, вода очищается от механических примесей. Далее вода, очищенная от механических примесей, контактирует с датчиком потока воды 3 и датчик включает источник ультрафиолетового излучения 6. Вода после датчика потока воды направляется на второй этап очистки, здесь вода по прозрачной кварцевой трубке 9 попадает в основную камеру ультрафиолетовой обработки. Источник УФ излучения 6, установленный над кварцевой трубкой 9 излучает поток бактерицидного излучения не менее 700 мВт в диапазоне оптического спектра 265-275 нм. Поток излучения направлен на кварцевую трубку, а для большей эффективности источника ультрафиолетового излучения 6 на стенках камеры ультрафиолетовой обработки установлены отражатели 7, 10 ультрафиолетового излучения и направляют отраженные лучи на кварцевую трубку 9. Также вода во время движения по кварцевой трубке 9 контактирует с винтовой вставкой, что приводит к перемешиванию слоев воды. Благодаря этому происходит равномерное облучение потока воды по всему сечению трубки. После бактерицидной УФ обработки обеззараженная вода направляется на технологические и питьевые нужды к потребителям. Для управления работой установки имеется блок управления 4 и блок питания 5. Таким образом за счет обеспечения первичной и вторичной очистки воды от механических примесей удалось повысить качество обработки воды.

Также стоит помнить, что не везде есть скважины и водопроводы. Есть места, где воду доставляют при помощи емкостей. Также некоторые хранят воду в специальных емкостях, где вода может быть повторно заражена, поэтому необходимо дополнительно автоматизировать устройство. Для удобства работы было предложено создать датчик уровня жидкости в емкости (рисунок 2).

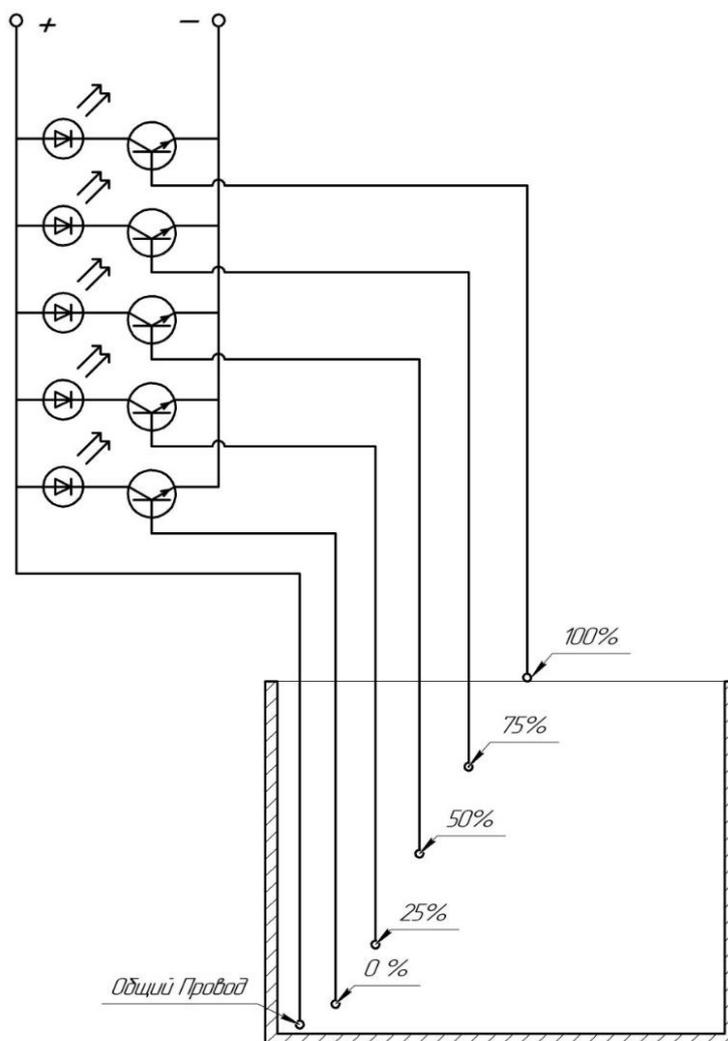


Рис. 2 – Датчик уровня воды для автоматического включения электронасоса

Датчик уровня воды для включения электронасоса изготовлен из: транзисторов марки BC 547 и светодиодов. Устройство собирается так, как показано на рисунке 2. Сначала плюс светодиода подключается к плюсу источника питания, а минус светодиода подсоединяется к коллектору транзистора. К базе транзистора подсоединяется проводник, и конец проводника устанавливается в емкость на определенном уровне. А эмиттер транзистора подсоединяется к минусу источника тока. Устройство работает следующим образом: в емкость устанавливается общий электрод от источника питания и подается питание, так как благодаря свойству воды, которое может пропускать электрический ток, ток поступает на электрод, который подключен к базе транзистора, транзистор замыкается и светодиод загорается. И по мере увеличения количества воды в емкости, будут постепенно начинать светиться светодиоды. Так, если первый светодиод не светит, то это говорит о том, что в емкости нет воды. Если загорелся первый светодиод, то это сигнализирует о заполнении ёмкости на 0...25%. Если светится два светодиода, это сигнализирует о том, что в ёмкость заполнена на 25...50%. Если светятся три светодиода это означает, то что емкость заполнена на 50...75%. Если светятся четыре светодиода, это означает, что емкость заполнена на 75...99%. А если светятся все пять светодиодов это сигнализирует о том, что емкость полностью заполнена.

Также для более точного контроля уровня жидкости в емкости можно увеличить количество светодиодов и транзисторов в данном датчике уровня воды.

Также стоит уделить внимание тому, что на объектах, где используют воду в ёмкостях, обычно присутствуют несколько емкостей для хранения воды. Если нет возможности их объединить их в одну ёмкость, то нужно добавить датчик уровня воды, который при опустошении первой ёмкости включит электрический насос для перекачивания воды из второй ёмкости в первую ёмкость. И выключит насос при заполнении первой емкости. Электрическая схема датчика уровня воды представлена на рисунке 3.

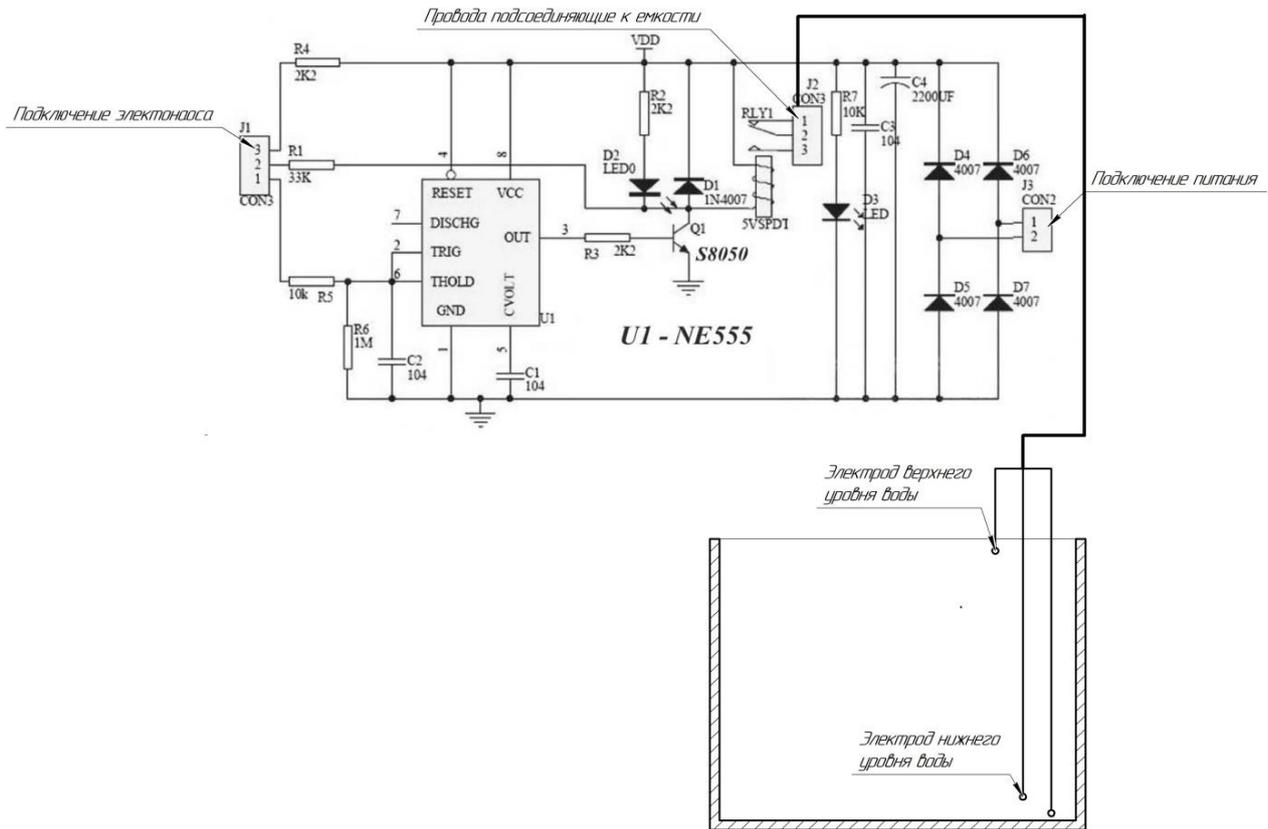


Рис. 3 – Датчик уровня воды

Датчик уровня воды состоит из: Микросхемы NE555, транзистора S8050, диодов 1N4007 – 5 шт., светодиодов 5 mm – 2 шт. резисторов 2k2/0,25W – 3 шт., резисторов 10k/0,25W – 2 шт., резистора 33k/0,25W, резистора 1M/0,25W, конденсаторов 100nF/50V (104) – 3 шт., конденсатор 2200uF/25V (электролит) – 1 шт., реле с катушкой на 12V типа HLS8-22F-C, клемная колодка 2 Pin 5 mm под монтаж на плату и клемная колодка 3 Pin 5mm под монтаж на плату – 2 шт.

Уровень воды в емкости контролируется благодаря трем электродам, которые располагаются на разных уровнях в ёмкости, благодаря электродам можно контролировать и включать электронасос. Так при размыкании двух нижних электродов включится насос, и насос будет работать до тех пор, пока вода не коснется верхнего электрода.

Для гарантированного УФ обеззараживания воды необходимо обеспечить величину поверхностной или объемной дозы облучения по всему объему или потоку воды. Доза может быть обеспечена при различной интенсивности потока излучения.

Объемная  $D_V$  (Дж/м<sup>3</sup>) или поверхностная  $D_F$  (Дж/м<sup>2</sup>) дозы УФ облучения зависят от времени облучения – экспозиции и от  $\tau$  (с) интенсивности (удельной мощности) воздействия  $P_F$  (Вт/м<sup>2</sup>) или  $P_V$  (Вт/м<sup>3</sup>).

Произведение интенсивности воздействия на время воздействия фактически определяет поверхностную или объемную дозы УФ облучения:

$$D_F = P_F \tau, \quad (1)$$

$$D_V = P_V \tau. \quad (2)$$

Объемную  $P_V$ , поверхностную  $P_F$  и удельные мощности воздействия достаточно просто выдержать путем размеров рабочей зоны при облучении продукта (воды) и установленной мощностью источника УФ излучения. Однако экспозиция  $\tau$  зависит от способа обработки продукта. При этом возможно реализовать периодический и непрерывно-поточный процесс обеззараживания.

В первом случае продукт просто выдерживается в зоне облучения необходимое время.

Во втором случае экспозиция  $\tau$  будет зависеть от скорости передвижения продукта в аппарате  $v$  (м/с) и от рабочей длины зоны облучения  $L_p$  (длины аппарата) (м):

$$\tau = L_p v, \quad (3)$$

Для предлагаемой конструкции установки процесс УФ обеззараживания воды осуществляется непрерывно. При этом поток воды движется внутри цилиндрической кварцевой трубки, преодолевая на пути винтовую вставку (рисунок 1). Тогда скорость движения воды будет определяться параметрами винтовой вставки (5), к которым относятся диаметр  $D$ , шаг  $t$  и число витков  $k$  и рабочим сечением потока воды  $S_p$  (м<sup>2</sup>).

Такая технологическая задача является задачей, характерной для осесимметричного винтового течения жидкости [10]. Но эта задача является обратной задаче одновинтового насоса. Теоретические вопросы этих процессов разработаны достаточно полно.

При непрерывном движении продукта через рабочую зону аппарата время УФ обработки  $\tau$  рассчитывается с учетом расхода  $Q$  (м<sup>3</sup>/с) и напора  $H$  (м) воды, подаваемой на вход установки, а также рабочей длины зоны облучения  $L_p$ . Формулы для расчета параметров приведены ниже.

Расход воды  $Q$  определяется равенством:

$$Q = S_p v. \quad (4)$$

Скорость потока воды  $v$  равна:

$$v = L_p / \tau. \quad (5)$$

Рабочая длина зоны облучения  $L_p$  с винтовой вставкой:

$$L_p = kt, \quad (6)$$

где  $k$  – число витков винтовой вставки;  $t$  – шаг винта, м.

Напор воды  $H$  и расход воды  $Q$  находят по формуле:

$$Q = S_p \sqrt{2gH}, \quad (7)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Таким образом формулы (3) – (6) позволяют сформировать алгоритм управления временем УФ обработки воды  $\tau$ .

Алгоритм управления состоит из следующих шагов.

1. Определяем время обработки  $\tau$ :

$$\tau = D_F / P_F, \quad (8)$$

$$\tau = D_V / P_V. \quad (9)$$

2. Определяем расход воды  $Q$ :

$$Q = S_p v = \frac{S_p L_p}{\tau} = \frac{S_p kt}{\tau}. \quad (10)$$

3. Определяем напор  $H$ :

$$H = \frac{1}{2g} \left( \frac{Q}{S_p} \right)^2. \quad (11)$$

4. Управление питающим насосом для обеспечения  $Q$  и  $H$ .

Для подачи воды в систему мощность насоса должна быть более расчетной мощности:

$$N_p = \frac{\rho g Q H}{\eta_n}, \quad (12)$$

где  $\rho$  – физическая плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;  $\eta_n$  – КПД насоса.

В таблице 1 представлены расчетные значения  $Q$ ,  $H$  и  $N_p$  в зависимости от  $\tau$  при следующих значениях исходных данных:  $\rho=1000$  кг/м<sup>3</sup>;  $g=9,81$  м/с<sup>2</sup>;  $k=10$ ;  $t=0,1$ м;  $S_p=0,001$  м<sup>2</sup>;  $\eta_n=0,9$ .

**Таблица 1 – Расчетные параметры в системе подачи воды на вход установки**

Показатели	Значения						
	5	10	20	30	40	50	60
Время обработки $\tau$ , с	5	10	20	30	40	50	60
Расход воды $Q$ , л/с	0,20	0,10	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02
Напор воды $H$ , м	2,04	0,51	0,13	0,06	0,03	0,02	0,01
Мощность насоса $N_p$ , Вт	4444,44	555,56	69,44	20,58	8,68	4,44	2,57

Отметим, что представленные расчетные формулы реализуют дозу облучения с учетом интенсивности облучения и времени облучения. Изменением шага и числа витков винтовой вставки можно повысить однородность облучения объема воды. В то же время интенсивность облучения связана с интенсивностью излучения источника. Для этого необходимо рассматривать задачи распространения электромагнитного излучения в УФ диапазоне для конкретных условий.

**Заключение.** Разработана конструкция УФ установки непрерывного действия для бактерицидного обеззараживания воды и система управления процессом обеззараживания воды, которые позволяют повысить качество обработки воды за счет многоступенчатой стадии очистки воды. Особенностью конструкции является то, что движение потока воды происходит по винтовой вставке внутри цилиндрической кварцевой трубки.

Для гарантированного УФ обеззараживания воды необходимо обеспечить величину поверхностной или объемной дозы облучения. Для этого предложены расчетные соотношения, которые учитывают основные размеры рабочей дозы облучения и интенсивность источника УФ облучения.

Предлагается алгоритм управления процессом обработки для цилиндрического аппарата со вставкой, где основным управляемым параметром является время обработки.

#### Библиография

- Соколова Н.Ф. Средства и способы обеззараживания воды // Медицинский алфавит. Эпидемиология и гигиена. 2013. № 1. С. 44–54.
- Абуова Г.Б., Ибатуллина В.Р., Филимонов В.Н. Сравнительная оценка современных методов обеззараживания для водоподготовки // Перспективы развития строительного комплекса. 2017. № 1. С. 17–21.
- МУ 2.1.4.719-98. «Санитарный надзор за ультрафиолетовые излучения в технологии подготовки питьевой воды» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030958> (дата обращения: 28.11.2022).
- Томилов В.В., Томилова О.С., Сергеев П.Б. Совершенствование методики контроля дозы ультрафиолетового облучения воды // Омский научный вестник. 2017. № 1 (151). С. 101–103.
- Определение унифицированных доз ультрафиолетового обеззараживания воды от бактериального, вирусного и паразитного заражения / Рахманин Ю.А. и др. // Гигиена и санитария. 2019. № 98 (12). С. 1342–1348.
- Микаева С.А., Микаева А.С., Бойчук М.И. Сборка корпусных установок с амальгамными лампами типа УДВ-А для обеззараживания воды ультрафиолетовым излучением // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2016. № 5. С. 28–32.
- Долгих П.П., Макулькина Ю.Л. Инновационная система обеззараживания питьевой воды на основе оптических электротехнологий // Вестник КрасГАУ. 2015. № 8. С. 121–127.
- Томилов В.В., Томилова О.С. Экспериментальное исследование эффективности работы ультрафиолетовых стерилизаторов воды // Омский научный вестник. № 4 (154). 2017. С. 94–98.
- Патент 2736990 Российская Федерация, МПК C02F 1/32, C02F 1/36. Устройство для очистки и обеззараживания воды / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, А.Ю. Ракова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – Заявка № 2020108719, заявл. 27.02.2020; опублик. 23.11.2020 Бюл. № 33.

10. Ковалёв В.П., Сизых Г.Б. Осесимметричные винтовые течения идеальной жидкости // ТРУДЫ МФТИ. 2016. Том 8. № 3. С. 171–179.

#### References

1. Sokolova N.F. Sredstva i sposoby obezrazhivaniya vody [Means and methods of water disinfection] // Medicinskij alfavit. Epidemiologiya i gigiena. 2013. № 1. S. 44–54.
2. Abuova G.B., Ibatullina V.R., Filimonov V.N. Sravnitel'naya ocenka sovremennyh metodov obezrazhivaniya dlya vodopodgotovki [Comparative evaluation of modern disinfection methods for water treatment] // Perspektivy razvitiya stroitel'nogo kompleksa. 2017. № 1. S. 17–21.
3. MU 2.1.4.719-98. «Sanitarnyj nadzor za ul'traioletovye izlucheniya v tekhnologii podgotovki pit'evoy vody» [Sanitary supervision of ultraviolet radiation in drinking water treatment technology] [Elektronnyj resurs]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030958> (data obrashcheniya: 28.11.2022).
4. Tomilov V.V., Tomilova O.S., Sergeev P.B. Sovershenstvovanie metodiki kontrolya dozy ul'traioletovogo oblucheniya vody [Improvement of methods for controlling the dose of ultraviolet irradiation of water] // Omskij nauchnyj vestnik. № 1 (151) 2017. S. 101–103.
5. Opredelenie unificirovannyh doz ul'traioletovogo obezrazhivaniya vody ot bakterial'nogo, virusnogo i parazitnogo zarazheniya [Determination of unified doses of ultraviolet disinfection of water from bacterial, viral and parasitic infection] / Rahmanin Yu.A. i dr. // Gigiena i sanitariya. 2019. № 98 (12). S. 1342–1348.
6. Mikaeva S.A., Mikaeva A.S., Bojchuk M.I. Sborka korpusnyh ustanovok s amal'gannymi lampami tipa UDV-A dlya obezrazhivaniya vody ul'traioletovym izlucheniem [Assembly of housing installations with amalgam lamps of the UDV-A type for disinfection of water with ultraviolet radiation] // Sborka v mashinostroenii, priborostroenii. 2016. № 5. S. 28–32.
7. Dolgih P.P., Makul'kina Yu.L. Innovacionnaya sistema obezrazhivaniya pit'evoy vody na osnove opticheskikh elektrotekhnologij [Innovative drinking water disinfection system based on optical electrical technologies] // Vestnik KrasGAU. 2015. № 8. S. 121–127.
8. Tomilov V.V., Tomilova O.S. Eksperimental'noe issledovanie effektivnosti raboty ul'traioletovyh sterilizatorov vody. [Experimental study of the efficiency of ultraviolet water sterilizers] // Omskij nauchnyj vestnik. № 4 (154). 2017. S. 94–98.
9. Patent 2736990 Rossijskaya Federaciya, MPK C02F 1/32, C02F 1/36. Ustrojstvo dlya ochistki i obezrazhivaniya vody. [Water purification and disinfection device] / V.I. Kurdyumov, A.A. Pavlushin, A.Yu. Rakova; zayavitel' i patentoobladatel' FGBOU VO Ul'yanovskij GAU. – Zayavka № 2020108719, zayavl. 27.02.2020; opubl. 23.11.2020 Byul. № 33.
10. Kovalyov V.P., Sizyh G.B. Osesimmetrichnye vintovye techeniya ideal'noj zhidkosti [Axisymmetric screw flows of an ideal fluid] // TRUDY MFTI. 2016. Tom 8, № 3. S. 171–179.

#### Сведения об авторах

Заболотный Виталий Николаевич, аспирант кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-11-36, e-mail: v.zabolotnii2012@yandex.ru.

Вендин Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-11-36, e-mail: elapk@mail.ru.

Тетерядченко Алексей Иванович, старший преподаватель кафедры электрооборудования и электротехнологий в АПК, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д.1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, тел.+74722 39-11-36, e-mail: teteryadchenko\_ai@bsaa.edu.ru.

#### Information about authors

Zabolotniy Vitaliy Nikolaevich, postgraduate student of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in the AIC, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, d.1, Maisky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +74722 39-11-36, e-mail: v.zabolotnii2012@yandex.ru.

Vendin Sergey Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in the AIC, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maisky village, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +74722 39-11-36, e-mail: elapk@mail.ru.

Teteryadchenko Aleksey Ivanovich, Senior Lecturer of the Department of Electrical Equipment and Electrotechnologies in the Agroindustrial Complex, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maisky village, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503, tel. +74722 39-11-36, e-mail: teteryadchenko\_ai@bsaa.edu.ru.

УДК 621.9.04

*И.Н. Кравченко, Д.У. Хасьянова, Э.И. Черкасова, А.В. Козлов*

## СПОСОБ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ МУФТ ВОЛНОВОДНЫХ СИСТЕМ

**Аннотация.** Разработан способ формирования сложного соединительного элемента с внутренней поверхностью (прямоугольной муфты) трубы волноводной системы, изготовленной из сплава с эффектом памяти формы. Предложенный метод основан на высокой точности формирования сложной внутренней поверхности путем восстановления предварительно деформированных размеров в результате фазового перехода при нагреве с последующей термообработкой выше температуры рекристаллизации соединительного материала (свыше 400°C) и выдерживанием требуемой формы. Способ пластического самоформирования сложных несимметричных внутренних поверхностей деталей из сплавов, обладающих эффектом памяти формы, состоит в изготовлении из конструкционного материала инструмента-оправки с высокой чистотой и точностью поверхности, внешние размеры которой зеркально отображают размеры и конфигурацию готовой детали; изготовлении заготовки с внутренней гладкой поверхностью, размеры которой меньше размеров готовой детали из сплава с эффектом памяти формы, включающее в себя охлаждение заготовки ниже температур прямого мартенситного превращения материала и ее деформации инструментом-оправкой; нагреве заготовки совместно с оправкой выше температур обратного мартенситного превращения, приводящего к восстановлению исходных размеров детали и заполнению рельефных впадин материалом муфты на внешнюю поверхность оправки; закреплении памяти материала с использованием термической обработки при температуре выше температуры рекристаллизации и выдержке; охлаждении ниже температур прямого мартенситного превращения и удалении инструмента-оправки. Установлено, что при температуре ниже температуры рекристаллизации детали пластически деформируются, полируются и подвергаются термообработке путем приложения внешнего напряжения. Предложенный способ может быть рекомендован к использованию для соединения трубопроводов волновых систем, обеспечивающих их герметичность при высокой магнитной непроницаемости щели и перепаде избыточного давления до 0,2 МПа.

**Ключевые слова:** волноводная система, мартенситные превращения, пластическое формование, термообработка, эффект памяти формы.

## METHOD FOR THERMOMECHANICAL FORMATION OF INNER SURFACES OF COUPLINGS OF WAVEGUIDE SYSTEMS

**Abstract.** A developed method for forming a complex connecting element with the inner surface (rectangular coupling) of a waveguide system pipe made of a shape memory alloy. The proposed method is based on high accuracy of forming a complex inner surface by restoring pre-deformed dimensions as a result of a phase transition during heating with followed heat treatment above the recrystallization temperature of the connecting material (over 400°C) and maintaining the required shape. The method of self-forming of complex asymmetric internal surfaces of parts from alloys with shape memory alloy consists in the manufacture of a mandrel tool with high purity and accuracy of the surface, the external dimensions of which mirror the dimensions and configuration of the finished part; the manufacture of a blank with an internal smooth surface, the dimensions of which are smaller than the dimensions of the finished part made of an alloy with SME, including cooling of the workpiece below the temperatures of direct martensitic transformation of the material and its deformation by the mandrel tool; heating of the workpiece together with the mandrel above the temperatures of the reverse martensitic transformation, leading to the restoration of the original dimensions of the part and filling the relief depressions with the coupling material on the outer surface of the mandrel; fixing the memory of the material using heat treatment at a temperature above the recrystallization temperature and exposure; cooling below the temperatures of the direct martensitic transformation and removing the mandrel tool. It was found that at a temperature below the recrystallization temperature the details of plastically deformed, polished and subjected to heat treatment by applying an external voltage. The proposed method can be used to connect pipelines of wave systems that ensure their tightness with high magnetic impermeability of the gap and an overpressure drop of up to 0.2 MPa.

**Keywords:** waveguide system, martensitic transformations, plastic forming, thermal processing, shape memory effect.

**Введение.** Одним из основных факторов обеспечения надежности отдельных узлов и агрегатов машин является использование новых материалов, обладающих специфическими свойствами [1-3]. Сверхупругость, эффект памяти формы (ЭПФ), термостойкость и постоянство модуля упругости зависят от физико-механических и прочностных свойств анизотропии материала. При использовании этого материала качество изделия зависит от уровня технологии, улучшение которой может быть достигнуто за счет разработки и внедрения такого процесса, в котором участие человека ограничено и в основном сводится к его управлению.

Сущность ЭПФ материала заключается в явлении сохранять деформированное состояние в течение длительного времени в пределах температурного диапазона и возвращения в исходное состояние при незначительном нагреве. При этом восстановление первоначального размера позволяет создавать напряжение внутри материала, которое значительно превышает напряжение, приложенное при деформации. Так, основываясь на явлении ЭПФ, разработаны многочисленные высокотехнологические процессы, которые позволяют самому материалу выполнять исполнительные действия [4-6].

Высокие характеристики параметров сплавов с ЭПФ на основе никелида титана TiNi (степень восстановления, развиваемое усилие, кумулятивная обратимая деформация с повышенной пластичностью и высокая коррозионная стойкость) определяют перспективы его широкого применения в различных механизмах машин и оборудования [7-9]. Одним из направлений использования эффекта термомеханической «памяти» никелида титана (TiNi) является разработка и внедрение конструкций составных частей соединительных труб (муфт) волноводной системы, обеспечивающих получение новых типов неразъемных соединений [10].

Волновод представляет собой искусственный или естественный направляющий канал, в котором могут распространяться волны. В этом случае поток энергии, переносимый волной, концентрируется внутри этого канала или в пространственной области, непосредственно прилегающей к каналу. Этот вид волновода представляет собой линию передачи с од-

ной или несколькими проводящими поверхностями, а его поперечное сечение имеет форму замкнутого проводящего контура, охватывающего область распространения электромагнитной энергии [11, 12]. Прямоугольный волновод – это металлический волновод прямоугольной формы, который может поддерживать распространяющиеся по нему волны. Особенность таких видов волноводов состоит в том, что они имеют нижний предел частоты передачи, т.е. волны ниже определенной частоты затухают и не могут распространяться в них. Металлические волноводы – это волноводы, изготовленные из латуни и алюминия, покрытые изнутри серебром или другими хорошо проводящими металлами.

Линия передачи должна быть герметизирована, чтобы защитить систему от пыли и влаги, т.е. от всех воздействий, которые приводят к увеличению затухания и снижению допустимой мощности. Уплотнение позволяет поддерживать требуемое рабочее внутреннее давление, что позволяет избежать пробоя или коронного разряда. Это также гарантирует работу различного оборудования в условиях низкого давления или высокого вакуума. Кроме того, волноводная система должна обладать герметичностью с достаточно высокой степенью магнитной непроницаемости щели при перепаде избыточного давления до 0,2 МПа [13].

**Цель исследования** – разработка способа изготовления сложных конструкций для формирования внутреннего прямоугольного контура соединительной муфты труб волноводной системы и метода пластического самоформования для изготовления сложных внутренних поверхностей из сплавов с ЭПФ.

**Материалы и методы исследования.** В основу предлагаемого способа положен процесс перемещения предварительно деформированного материала к рельефной поверхности оправки. При этом внутренний контур оправки и размер готовой детали имеют форму зеркального отражения с учетом асимметричной формы внутреннего контура муфты. Формирование поверхности осуществляется путем восстановления предварительно деформированного материала за счет фазового перехода материала соединительной муфты при нагреве. В качестве соединительного устройства для трубы волноводной системы принимали прямоугольную муфту, изготовленную из сплава с ЭПФ для формирования внутренней поверхности сложного соединительного элемента [14]. Соединение, выполненное муфтой, изготовленной из сплава и обладающего ЭПФ, образуется из-за значительного изменения размера соединительного элемента во время фазового перехода в материале муфты [15, 16]. Герметичность соединения определяется щелевым магнитным излучением и не зависит от перепада избыточного давления внутри и снаружи волновода, который не превышает 0,1 МПа.

Сохранение первоначальной формы при напряжении, которое не превышает предела упругости, и возвращение к первоначальному размеру, когда эти напряжения устраняются, является «памятью» материала. Эта характеристика присуща всем конструкционным материалам. Однако данный вид памяти имеет существенные недостатки. Так, например «объем памяти» составляет малую часть одного процента (~0,5%) и при снятии внешнего напряжения промежуточное деформационное состояние материала не может поддерживаться [17].

При сочетании определенных условий аустенит (А) превращается в мартенсит (М) и приобретает определенную характеристику – термоупругость. При этом процесс трансформации может быть инициирован изменением температуры, напряжений или их комбинациями [18]. Следовательно, если охлаждение будет остановлено в определенное время, переход остановится на том этапе, когда он будет зафиксирован температурой остановки. Повышение температуры из этого состояния способствует обратному переходу М→А, причем все сдвиговые перемещения атома перемещаются в противоположном направлении, а сам атом возвращается в свое исходное положение, соответствующее аустенитной фазе материала.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Обеспечение высокостабильных термомеханических свойств никелида титана в конкретном устройстве во всем диапазоне рабочих температур требует возможности изменять параметры ЭПФ и сверхупругости в широком диапазоне. Решение данной проблемы заключается в изучении природы и установлении механизма работы ЭПФ на основе углубленных исследований свойств материалов. Необходимо отметить, что указанными эффектами обладает только матрица TiNi. Интерметаллические включения Ti<sub>2</sub>Ni, Ti<sub>2</sub>Ni<sub>3</sub>, TiNi<sub>3</sub>, Ti<sub>4</sub>Ni<sub>2</sub>O, Ti<sub>4</sub>Ni<sub>2</sub>N способствуют упрочнению аустенитной фазы и при соответствующих режимах термообработки позволяют осуществлять прецизионную корректировку соотношения компонентов Ti-Ni, отвечающих за интервалы температур мартенситных превращений. Диаграмма состояния системы Ti и Ni вблизи эквимолярного состава представлена на рисунке 1.

Если процессу термического формовосстановления создать препятствие, то в материале возникнет реактивное напряжение (рисунок 2), превышающее деформационное напряжение [19, 20]. Указанную деформацию проводят при температуре ниже интервала прямого мартенситного перехода.

Температуры формовосстановления  $A^{\phi_n}$ ,  $A^{\phi_k}$  в отличие от  $A_n$ ,  $A_k$  имеют сдвиг в область повышенных температур. Величина реакционного напряжения зависит от степени недостаточного восстановления и жесткости реакции. Верхний предел рабочей температуры деталей из TiNi составляет  $T_{max} = 280^{\circ}C$ , что определяется началом процесса релаксации в материале, приводящего к необратимой пластичности [21, 22].

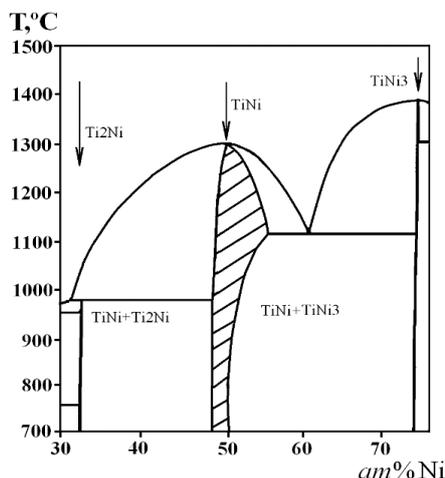
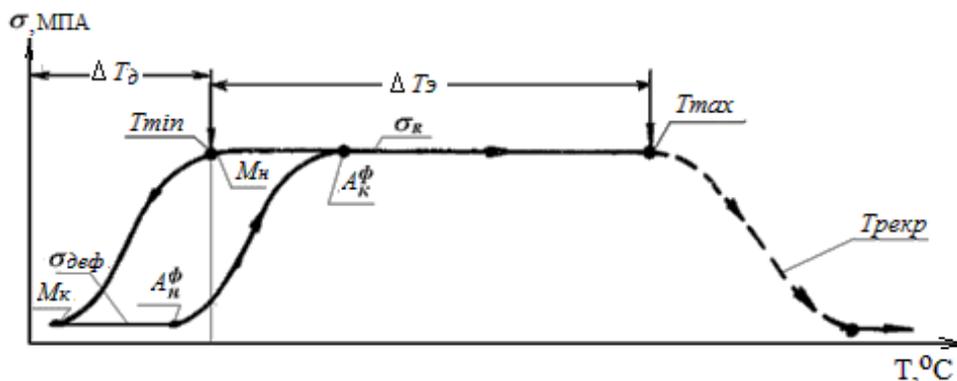


Рис. 1 – Диаграмма состояния Ti-Ni



$M_n, M_k$  – температуры начала и конца прямого мартенситного превращения;  $A_n^φ, A_k^φ$  – температуры термического формовосстановления ( $A_n, A_k$  – точки начала и конца обратного мартенситного превращения);  $σ_{деф}$  – напряжения деформирования мартенсита неупругости;  $σ_R$  – напряжения термомеханического возврата,  $ΔT_э$  – интервал температур эксплуатации;  $ΔT_д$  – интервал температур деформации в зоне мартенситной неупругости

**Рис. 2 – Зависимость реактивных напряжений, возникающих в материале при термическом формовосстановлении в условиях противодействия от температуры**

Необходимым условием проявления ЭПФ является то, что в процессе обратных превращений псевдосдвиговая деформация была противонаправленной по отношению к соответствующей деформации при мартенситных превращениях. Для того чтобы ЭПФ проявилась в материале, необходимы следующие условия:

- формирование упорядоченной решетки;
- термоупругие свойства мартенситного превращения.

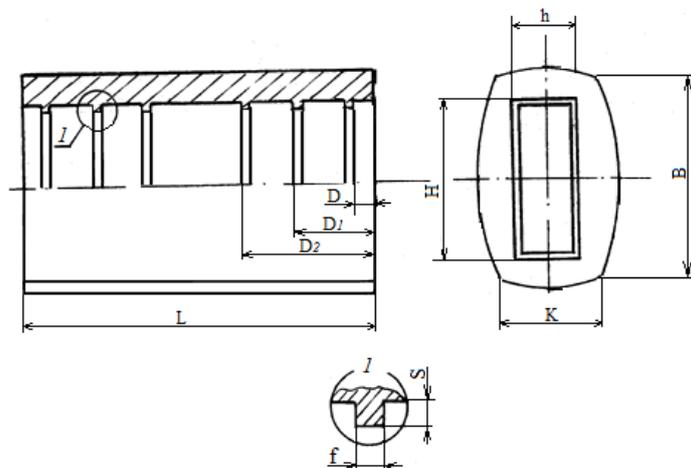
Сплавы TiNi относятся к интерметаллидам и являются достаточно сложным материалом для обработки при резании. Изготовление элементов на внутренних поверхностях прямоугольных или несимметричных деталей механическим методом практически невозможно [23]. Физико-механические и термомеханические свойства сплава TiNi (Ti – 51%, Ni – 49%) приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Физико-механические и термомеханические свойства сплава на основе никелида титана**

Температура мартенситного превращения, °С		Физико-механические свойства						Степень восстановления, %	Напряжение возврата, МПа
		при -196°С			при +20°С				
$M_n - M_k$	$A_n - A_k$	$σ_v$ , МПа	$σ_i$ , МПа	$δ$ , %	$σ_v$ , МПа	$σ_i$ , МПа	$δ$ , %	При деформации на 8%	
-80– -140	-65– -50	600–700	120–200	15–20	500–600	300–350	12–18	98	300

Способ пластического самоформования сложных внутренних поверхностей с высокой точностью основан на перемещении предварительно деформированного материала на рельефную поверхность оправки [24], которая имеет зеркальное отражение внутреннего контура и размера готовой детали.

Формирование поверхности осуществляется путем восстановления предварительно отформованного материала из-за фазового перехода соединительного материала при нагревании [15]. Конструкция внутреннего контура муфты, соединяющего прямоугольный волновод, показана на рисунке 3.



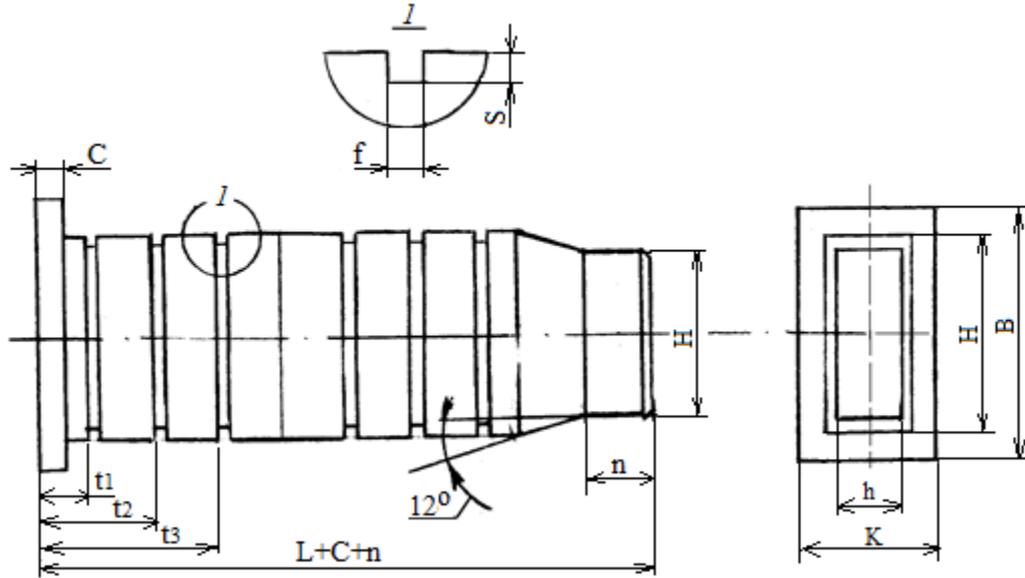
$L$  – длина муфты;  $H$  – большая длина внутреннего профиля муфты;  $h$  – меньшая длина внутреннего профиля;  $K$  – внешний размер муфты меньшей стороны;  $B$  – внешний размер муфты большей стороны;  $D_{1-3}$  – длина выступа 1–3;  $S, f$  – высота и ширина выступа

**Рис. 3 – Профиль муфты, соединяющей прямоугольные трубопроводы волноводов**

Технология создания соединения с ЭПФ для трубопровода волноводной системы заключается в следующем. Заготовка, изготовленная из сплава с ЭПФ, выполнена в виде втулки, которая имеет гладкую внутреннюю поверхность, а размеры  $H$  и  $h$  меньше внешних размеров соединяемого волновода (рисунок 3).

Комбинированная оправка-прошивка создается из конструкционных материалов, как показано на рисунке 4. Оправка-прошивка состоит из внешней поверхности, которая отражает внутренний профиль соединительной муфты.

Внутренний размер втулки должен быть на 2-10% меньше внешнего размера оправки, что соответствует внутреннему размеру готовой муфты. Чем больше размер оправки, тем меньше выше представленное процентное соотношение. Оправка изготовлена из конструкционных материалов с твердостью  $HRC \geq 50$  и шероховатостью  $Ra \geq 0,16$  мкм.



$n, C$  – стандартные размеры прошивки;  $t_{1-3}$  – длина выступа 1–3  
( $t_1 = D_1 - C$ ;  $t_2 = D_2 - C$ ;  $t_3 = D_3 - C$ )

**Рис. 4 – Комбинированная оправка-прошивка**

Процесс формирования внутреннего контура муфты, изготовленной из сплава с ЭПФ, осуществляется следующим образом:

- 1) после охлаждения втулка совместно с оправкой запрессовывается. Материал втулки при охлаждении до температуры, ниже температур МП легко деформируется и приобретает свойство термомеханической памяти;
- 2) когда втулка на оправке нагревается до температуры выше МП, материал с ЭПФ стремится вернуться в свое первоначальное состояние и заполнить углубление до тех размеров, при которых обнаруживается отсутствие реакции, копируя внешнюю поверхность оправки;
- 3) для того, чтобы запомнить материал на сформированной рельефной поверхности, проводится термообработка (обработка на память формы) [25]. При этом в защищенной среде втулку вместе с оправкой нагревают до температуры, превышающей температуру рекристаллизации сплава, и выдерживается из расчета 15 мин на 1 мм толщины детали;
- 4) после термообработки втулку охлаждают до температуры ниже температуры фазового перехода. Оправка вытаскивается из втулки под действием внешней силы.

**Выводы.** Основные результаты исследований по разработке технических средств для изготовления сложных внутренних поверхностей соединительных муфт, обеспечивающих получение новых типов неразъемных соединений, состоят в следующем.

1. Предложен способ термомеханического формирования внутреннего прямоугольного контура соединительного элемента (муфты) трубы волноводной системы, выполненной из сплава с эффектом памяти формы.
2. Разработанный способ прямоугольного соединения может быть рекомендован к использованию для соединения трубопроводов волноводных систем, обладающих герметичностью и высокой магнитной непроницаемостью щели при перепаде избыточного давления до 0,2 МПа.

*Исследования проведены в рамках Тематического плана-задания на выполнение научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева по заказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации за счет средств бюджета в 2023 году.*

#### Библиография

1. Пастухов А.Г., Тимашов Е.П. Выявление соединений, лимитирующих надежность техники // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения : Сборник статей 11-й международной научно-практической конференции в рамках 21-й международной агропромышленной выставки «Интерагромаш – 2018», Ростов-на-Дону, 28 февраля – 02 марта 2018 года. Ростов-на-Дону : ООО «ДГТУ-ПРИНТ», 2018. С. 201–205.
2. Пастухов А.Г., Шарая О.А., Минасян А.Г., Тимашов Е.П. Направления прикладных НИР лаборатории металлографического анализа в решении агроинженерных задач // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 1 (33). С. 86–99.
3. Пастухов А.Г., Тимашов Е.П., Бахарев Д.Н. Обобщенная оценка основных факторов при проектировании техники и технологий в агроинженерии // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2021. № 1 (29). С. 17–26.

4. Naresh C., Bose P.S.C., Rao C.S.P. Shape memory alloys: a state of art review // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. Vol. 149. P. 012054.
5. Sadashiva M., Sheikh M., Nouman Kh. A Review on Application of Shape Memory Alloys // International Journal of Recent Technology and Engineering. 2021. Vol. 9. P. 111–120.
6. Алехина В.К., Бикбаев Р.М., Глушченков В.А. и др. Использование материалов с памятью формы в технических устройствах // Вестник машиностроения. 2019. № 9. С. 63–65.
7. Халов М.О. Перспективы применения сплавов с памятью на основе никелида титана в устройствах аэрокосмического назначения // Труды МАИ. 2012. № 55. С. 17.
8. Бондарев А.Б. Нитинол-никелид титана – сплавы с памятью формы: свойства, производство, применение // Научный аспект. 2019. Т. 3. № 3. С. 351–361.
9. Сплавский И.С. Коррозионная стойкость никелида титана в атмосферных условиях // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2021. № 4. С. 45–49.
10. Хворостухин Л.А., Хасьянов У., Шишкин С.В. Использование эффекта термомеханической «памяти» никелида титана для создания новых типов неразъемных соединений // Авиационная промышленность. 1978. № 8. С. 58–59.
11. Семенцов Д.И., Афанасьев С.А., Санников Д.Г. Основы теории распространения электромагнитных волн. Ульяновск : УлГУ, 2012. 112 с.
12. Седов В.М., Гайнутдинов Т.А. Электромагнитные поля и волны. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Горячая линия-Телеком, 2020. 282 с.
13. Правила устройства электроустановок. 6-е изд. СПб. : ДЕАН, 2004. 463 с.
14. Албагачиев А.Ю., Амбросимов С.К., Бавыкин О.Б. и др. Прогрессивные машиностроительные технологии, оборудование и инструменты. М. : Издательский дом «Спектр», 2015. Т. VI. С. 464.
15. Хусаинов М.А., Малухина О.А., Андреев В.А. Фазовые переходы в сплавах никелида титана с эффектом памяти формы // Вестник Новгородского государственного университета. 2015. № 3 (86). Ч. 2. С. 81–84.
16. Khasyanov D.U. Improving the Reliability of Permanent Pipeline Connections by Using the Shape Memory Effect in Thermomechanical Couplings // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2019. Vol. 48. № 1. P. 88–92.
17. Колмогоров В.Л., Богатов А.А., Мигачев Б.А. и др. Пластичность и разрушение. М. : Металлургия, 1977. 336 с.
18. Лободюк В.А., Эстрин Э.И. Мартенситные превращения. М. : Физматлит, 2009. 351 с.
19. Корнилов И.И., Белоусов О.К., Качур Е.В. Никелид титана и другие сплавы с памятью формы. М. : Наука, 1977. 90 с.
20. Шишкин С.В., Махутов Н.А. Расчет и проектирование силовых конструкций на сплавах с эффектом памяти формы. М. : Институт компьютерных исследований, 2019. 412 с.
21. Kazei Z.A., Snegirev V.V. Elastic Properties of TiNi Shape Memory Alloys Subjected to Various Heat Treatments // Physics of the Solid State. 2019. Vol. 61. P. 1163–1168.
22. Hiroyuki K. Latent heat storage capacity of NiTi shape memory alloy // Journal of Materials Science. 2021. Vol. 56. P. 8243–8250.
23. Киричек А.В., Хасьянов У., Албагачиев А.Ю., Хасьянова Д.У. Механическая обработка сплавов на основе Ti-Ni // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2013. № 1 (297). С. 72–81.
24. Хасьянов У., Виноградов А.В., Хасьянова Д.У., Виноградова М.А. Способ формирования поверхности деталей из сплава, обладающего эффектом памяти формы // Патент RU 2375467, МПК C21D 7/00. № 2007139286/02; заявл. 24.10.2007; опубл. 10.12.2009. Бюл. № 34.
25. Хасьянов У., Хасьянова Д.У. Особенности технологических процессов термической обработки сплавов с эффектом памяти формы // Научно-технические технологии в машиностроении. 2014. № 6 (36). С. 3–6.

#### References

1. Pastukhov A.G., Timashov E.P. Vyyavleniye soyedineniy, limitiruyushchikh nadezhnost' tekhniki [Identification of compounds that limit the reliability of equipment] // Sostoyaniye i perspektivy razvitiya sel'skokhozyaystvennogo mashinostroyeniya : Sbornik statey 11-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v ramkakh 21-y mezhdunarodnoy agropromyshlennoy vystavki «Interagromash – 2018», Rostov-na-Donu, 28 fevralya – 02 marta 2018 goda. Rostov-na-Donu : OOO «DGTU-PRINT», 2018. S. 201–205.
2. Pastukhov A.G., Sharaya O.A., Minasyan A.G., Timashov E.P. Napravleniya prikladnykh NIR laboratorii metallograficheskogo analiza v reshenii agroinzhenernykh zadach [Directions of applied research of the laboratory of metallographic analysis in solving agroengineering problems] // Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. 2022. № 1(33). S. 86–99.
3. Pastukhov A.G., Timashov E.P., Bakharev D.N. Obobshchennaya otsenka osnovnykh faktorov pri proyektirovani tekhniki i tekhnologiy v agroinzhenerii [Generalized assessment of the main factors in the design of equipment and technologies in agroengineering] // Innovatsii v APK: problemy i perspektivy. 2021. № 1(29). S. 17–26.
4. Naresh C., Bose P.S.C., Rao C.S.P. Shape memory alloys: a state of art review // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. Vol. 149. 012054.
5. Sadashiva M., Sheikh M., Nouman Kh. A Review on Application of Shape Memory Alloys // International Journal of Recent Technology and Engineering. 2021. Vol. 9. S. 111–120.
6. Alekhina V.K., Bikbaev R.M., Glushchenkov V.A. et al. Ispol'zovaniye materialov s pamyat'yu formy v tekhnicheskikh ustroystvakh [Use of materials with shape memory in technical devices] // Vestnik mashinostroyeniya. 2019. № 9. S. 63–65.
7. Khalov M.O. Perspektivy primeneniya splavov s pamyat'yu na osnove nikelida titana v ustroystvakh aerokosmicheskogo naznacheniya [Prospects for the use of titanium nickelide-based memory alloys in aerospace devices] // Trudy MAI. 2012. № 55. 17 s.
8. Bondarev A.B. Nitinol-nikelid titana – splavy s pamyat'yu formy: svoystva, proizvodstvo, primeneniye [Nitinol-titanium nickelide - shape memory alloys: properties, production, application] // Nauchnyy aspekt. 2019. Vol. 3. № 3. S. 351–361.
9. Splavsky I.S. Korroziionnaya stoykost' nikelida titana v atmosferykh usloviyakh [Corrosion resistance of titanium nickelide in atmospheric conditions] // Problemy mashinostroyeniya i nadezhnosti mashin. 2021. № 4. S. 45–49.
10. Khvorostukhin L.A., Khasyanov U., Shishkin S.V. Ispol'zovaniye effekta termomekhanicheskoy «pamyati» nikelida titana dlya sozdaniya novykh tipov neraz'yemnykh soyedineniy [Using the effect of thermomechanical «memory» of titanium nickelide to create new types of permanent joints] // Aviatsonnaya promyshlennost'. 1978. № 8. S. 58–59.

11. Sementsov D.I., Afanasiev S.A., Sannikov D.G. Osnovy teorii rasprostraneniya elektromagnitnykh voln [Fundamentals of the theory of electromagnetic wave propagation]. Ul'yanovsk : UIGU. 2012. 112 s.
12. Sedov V.M., Gainutdinov T.A. Elektromagnitnyye polya i volny [Electromagnetic fields and waves]. 2-ye izd., pererab. i dop. Moscow : Goryachaya liniya-Telekom. 2020. 282 s.
13. Pravila ustroystva elektroustanovok [Rules for electrical installations]. 6-ye izd. St. Petersburg : DEAN. 2004. 463 s.
14. Albagachiev A.Yu., Ambrosimov S.K., Bavykin O.B. et al. Progressivnyye mashinostroitel'nyye tekhnologii, oborudovaniye i instrumenty [Advanced engineering technologies, equipment and tools]. Moscow : Izdatel'skiy dom «Spektr». 2015. Vol. VI. 464 s.
15. Khusainov M.A., Malukhina O.A., Andreev V.A. Fazovyye perekhody v splavakh nikelida titana s efektom pamyati formy [Phase transitions in titanium nickelide alloys with the shape memory effect] // Vestnik Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. № 3 (86). Part 2. S. 81–84.
16. Khasyanova D.U. Improving the Reliability of Permanent Pipeline Connections by Using the Shape Memory Effect in Thermomechanical Couplings. Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2019. V. 48. № 1. S. 88–92.
17. Kolmogorov V.L., Bogatov A.A., Migachev B.A. et al. Plastichnost' i razrusheniye [Plasticity and destruction]. Moscow : Metallurgiya. 1977. 336 s.
18. Lobodyuk V.A., Estrin E.I. Martensitnyye prevrashcheniya [Martensitic transformations]. Moscow : Fizmatlit. 2009. 351 s.
19. Kornilov I.I., Belousov O.K., Kachur E.V. Nikelid titana i drugiye splavy s pamyat'yu formy [Titanium nickelide and other shape memory alloys]. Moscow : Nauka. 1977. 90 s.
20. Shishkin S.V., Makhutov N.A. Raschet i proyektirovaniye silovykh konstruksiy na splavakh s efektom pamyati formy [Calculation and design of load-bearing structures on alloys with shape memory effect]. Moscow : Institut komp'yuternykh issledovaniy. 2019. 412 s.
21. Kazei Z.A., Snegirev V.V. Elastic Properties of TiNi Shape Memory Alloys Subjected to Various Heat Treatments. Physics of the Solid State. 2019. V. 61. S. 1163–1168.
22. Hiroyuki K. Latent heat storage capacity of NiTi shape memory alloy. Journal of Materials Science. 2021. V. 56. S. 8243–8250.
23. Kirichek A.V., Khasyanov U., Albagachiev A.Yu., Khasyanova D.U. Mekhanicheskaya obrabotka splavov na osnove Ti-Ni [Mechanical treatment of alloys based on Ti-Ni] // Fundamental'nyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii. 2013. № 1 (297). S. 72–81.
24. Khasyanov U., Vinogradov A.V., Khasyanova D.U., Vinogradova M.A. Sposob formirovaniya poverkhnosti detaley iz splava, obladayushchego efektom pamyati formy [Method for forming the surface of parts from an alloy with a shape memory effect]. Patent RU 2375467, МПК S21D 7/00. N 2007139286/02; zayavl. 24.10.2007; opubl. 10.12.2009. Byul. № 34.
25. Khasyanov U., Khasyanova D.U. Osobennosti tekhnologicheskikh protsessov termicheskoy obrabotki splavov s efektom pamyati formy [Features of technological processes of heat treatment of alloys with shape memory effect]. Naukoemykiye tekhnologii v mashinostroyenii. 2014. № 6 (36). S. 3–6.

#### Сведения об авторах

Кравченко Игорь Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры технического сервиса машин и оборудования, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», ул. Тимирязевская, д. 49, г. Москва, Россия, 127434, тел. +7 (916) 242-78-86, e-mail: kravchenko-in71@yandex.ru.

Хасьянова Динара Усмановна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт машиноведения имени А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН), Малый Харитоньевский переулок, д. 4, г. Москва, Россия, 101000, тел. +7 (499) 135-33-90, e-mail: dinara.khasyanova@mail.ru.

Черкасова Эльмира Исламовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры метрологии, стандартизации и управления качеством, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», ул. Тимирязевская, д. 49, г. Москва, Россия, 127434, тел. +7 (925) 617-84-79, e-mail: cherkasova65@mail.ru.

Козлов Александр Владимирович, старший преподаватель кафедры технического сервиса машин, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва», ул. Большевикская, д. 68, г. Саранск, респ. Мордовия, Россия, 430005, тел. +7 (951) 052-05-23, e-mail: 89875692888@yandex.ru.

#### Information about authors

Kravchenko Igor Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy», Timiryazevskaya str., 49, Moscow, Russia, 127434, tel. +7 (916) 242-78-86, e-mail: kravchenko-in71@yandex.ru.

Khasyanova Dinara Usmanovna, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Federal State Budgetary Institution of Science Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences (IMASH RAS), Maly Kharitonevsky Lane, 4, Moscow, Russia, 101000, tel. +7 (499) 135-33-90, e-mail: dinara.khasyanova@mail.ru.

Cherkasova Elmira Islamovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Metrology, Standardization and Quality Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy», Timiryazevskaya str., 49, Moscow, Russia, 127434, tel. +7 (925) 617-84-79, e-mail: cherkasova65@mail.ru.

Kozlov Alexander Vladimirovich, Senior Lecturer, Department of Technical Service of Machines, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ogarev Mordovia State University», Bolshevistskaya str., 68, Saransk, rep. Mordovia, Russia, 430005, tel. +7 (951) 052-05-23, e-mail: 89875692888@yandex.ru.

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОНОМИИ

УДК 633.11:303.723

*О.В. Акиншина, И.О. Шестопалов, Я.О. Козелец, Г.И. Шестопалов, Д.В. Володин, А.В. Петренко, А.П. Ащеулова*

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗЛИЧНЫХ МЕСТ ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ СЕЛЕКЦИИ

**Аннотация.** Проведена сравнительная оценка сортов озимой мягкой пшеницы в селекционном испытании по показателям качества зерна и муки. Современная селекция представляет собой процесс создания новых генотипов, сочетающих максимальное число селективируемых признаков. Необходимость получения таких сортов предопределяет широкое вовлечение в скрещивание генетически разнообразных хорошо изученных образцов. Успех селекции на эти признаки определяется наличием ценного исходного материала, своевременной и эффективной оценкой качественных показателей на всех этапах селекционного процесса в различных климатических условиях.

Цель исследования – оценить сорта местной селекции и сортов мягкой озимой пшеницы других селекционных центров в конкурсном испытании из других климатических зон по признакам качества зерна и муки в климатических условиях Белгородской области.

Опыты проводили в 2018-2022 гг. в ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН». Объектом для изучения послужили перспективные номера и сорта, выведенные в ФГБНУ «Белгородского ФАНЦ РАН», а также сорта других регионов РФ. В результате исследований по комплексу качественных показателей зерна и муки (урожайность, содержание клейковины, натуры, реологические свойства) выделены сорта селекции «Белгородского ФАНЦ РАН» Сирена, Везёлка и Ариадна. Сорта Заречная, Ольшанка, Богданка отличились низкой величиной ретроградации, следовательно, они обладают более медленным черствлением конечной продукции.

В ходе анализа установлено, что метеорологические условия в период налива и созревания зерна существенно влияют на качественные признаки и реологические свойства мягкой озимой пшеницы. Выявлено, что сорта местного происхождения в условиях Белгородской области имеют преимущества по урожайности.

**Ключевые слова:** мягкая озимая пшеница, географическое происхождение, урожайность, показатели качества зерна, реологические свойства.

### COMPARATIVE EVALUATION OF THE QUALITY INDICATORS OF WINTER SOFT WHEAT OF VARIOUS PLACES OF ORIGIN IN THE SELECTION PROCESS

**Abstract.** A comparative assessment of common winter wheat varieties in a selection test in terms of grain and flour quality was carried out. Modern selection is the process of creating new genotypes that combine the maximum number of selectable traits. The need to obtain such varieties predetermines the wide involvement in crossbreeding of genetically diverse well-studied accessions. The success of breeding for these traits is determined by the availability of valuable source material, timely and effective assessment of quality indicators at all stages of the breeding process in various climatic conditions.

The purpose of the study is to evaluate varieties of local breeding and varieties of common winter wheat from other breeding centers in a competitive test from other climatic zones on the basis of the quality of grain and flour in the climatic conditions of the Belgorod region.

The experiments were carried out in 2018-2022. FGBNU «Belgorod FARC RAS». The object of study was promising numbers and varieties bred at the Belgorod Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, as well as varieties from other regions of the Russian Federation. As a result of research on a set of quality indicators of grain and flour (yield, gluten content, nature, rheological properties), varieties of the selection of the Belgorod FANC RAS Sirena, Vezelka and Ariadna were selected. Varieties Zarechnaya, Olshanka, Bogdanka are distinguished by a low retrogradation value, therefore, they have a slower staleness of the final product.

In the course of the analysis, it was found that meteorological conditions during the period of filling and ripening of grain significantly affect the quality characteristics and rheological properties of common winter wheat. It was revealed that varieties of local origin in the conditions of the Belgorod region have yield advantages.

**Keywords:** common winter wheat, geographical origin, yield, grain quality indicators, rheological properties.

**Введение.** Важное место в решении сложных задач современного растениеводства, связанных с устойчивым ростом его производства, занимает создание и широкое использование высокопродуктивных сортов озимой пшеницы с хорошим качеством зерна, и устойчивых к стрессовым факторам климатических условий регионов выращивания.

Известно, что качество зерна пшеницы определяется как генотипом, так и условиями внешней среды. Поскольку присущие сорту ценные свойства могут проявиться лишь при определенных условиях выращивания, а при неблагоприятных условиях сорта не способны раскрыть свой генетически заложенный потенциал продуктивности, необходимо учесть и внешние факторы, в том числе и метеорологические условия. Требования к качеству сортов пшеницы должны основываться на частоте их образования в данном регионе, пригодном для получения муки высокого качества. Наилучшие генотипы по качеству можно отобрать в определенных условиях окружающей среды просто оценив их фенотипы в тех же экологических условиях [1, 2]. Мировой и отечественный опыт свидетельствует о том, что в современных условиях добиться заметного повышения качества зерна озимой пшеницы возможно на основе комплексного подхода к созданию современных перспективных сортов, способных сочетать высокую урожайность и повышенное качество зерна в различных почвенно-климатических условиях [3].

В настоящее время отмечается опасная тенденция к ухудшению качества зерна в производстве [4, 5]. Многие исследователи говорят о снижении качества производимого в России зерна мягкой пшеницы в последние годы [6, 7]. Также уменьшаются объемы производства хлеба и ухудшается качество изделий. Одной из причин этого авторы выделяют низкие технологические характеристики муки, что негативно влияет на качество конечной продукции. В качестве альтернативного

подхода к решению проблемы предложено естественное улучшение исходных характеристик муки благодаря реализации генетического потенциала сортов мягкой пшеницы [8].

Цель наших исследований состоит в оценке сортов местной селекции и сортов конкурсного испытания из других климатических зон по признакам качества зерна в климатических условиях Белгородской области.

**Материалы и методы.** Научная работа проводилась в 2018-2022 гг. на участке в селекционном севообороте отделения №2 ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН». В качестве растительного материала использовали перспективные номера и сорта, выведенные в ФГБНУ «Белгородского ФАНЦ РАН», а также сорта других регионов РФ (таб. 1).

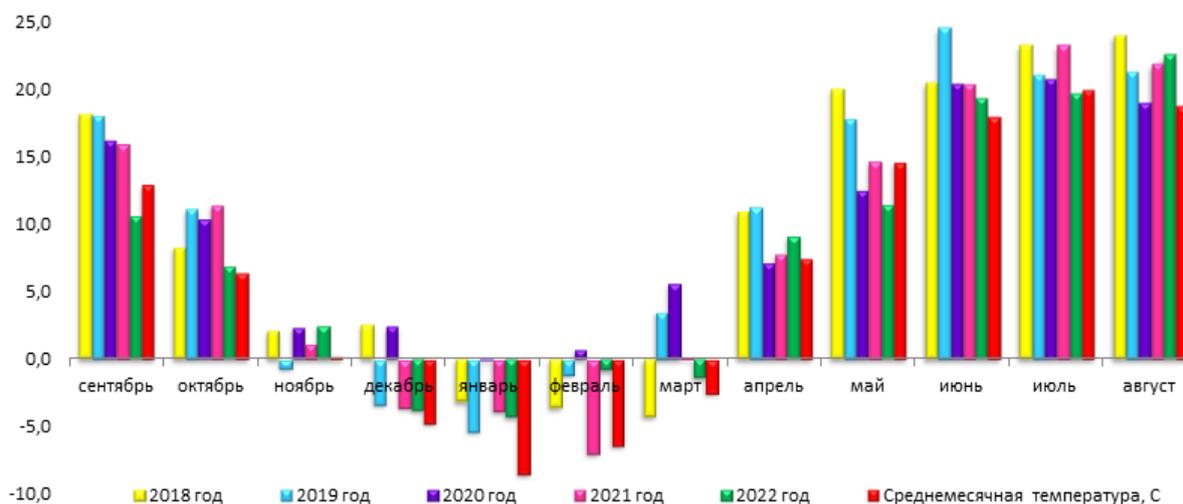
**Таблица 1 – Анализируемые сорта озимой мягкой пшеницы**

Название сорта	Учреждение оригинатор	Регион районирования
Ариадна	ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН»	5
Богданка		5
Корочанка		5
Синтетик		5
Везёлка		5
Сирена		5
Заречная		5
Ольшанка		5
Северодонецкая юбилейная	ФГБНУ «Федеральный Ростовский АНЦ»	5,6,7,8,9
Волжская 100	ООО Научно-производственный центр «Селекция»	5
Льговская 4	ФГБНУ «ВНИИ ССиС им. А.Л.Мазлумова»	3,5,7, 10
Софийка	СГИ, Одесса	-
Селянка одесская	СГИ, Одесса; ФГБНУ «Северо-Кавказский ФАНЦ»	6

Полевой деляночный опыт закладывался в четырехкратной повторности, в соответствии с методикой Б.А. Доспехова [9]. Площадь делянки составляла 20 м<sup>2</sup>. Почва опытного участка представлена черноземом типичным среднесуглинистым малогумусным тяжелосуглинистым на лессовидном суглинке с содержанием в пахотном слое 95-105 мг/кг почвы обменного калия и 52-58 мг/кг подвижного фосфора; 5,18-5,32% гумуса; рН солевой 5,8-6,4 [10].

Размол зерна до шрота производили на мельнице модели ЛМТ-2. Качество клейковины определяли на приборе ИДК. Для комплексного анализа свойств муки использовался прибор Миксолаб производства компании CHOPIN Technologies (Франция) стандартизированного ICC 173 (ICC 173, 2008). Для статистической оценки полученных результатов пользовались программой NIRSMAN. Для оценки существенной разности выборочных средних пользовались t-критерием Стьюдента (Доспехов Б.А., 1985).

**Результаты и их обсуждения.** Климатические условия, наблюдавшиеся в годы проведения исследования, различались и характеризовались повышенными температурными показателями по сравнению со среднемноголетними для данного географического местоположения селекционного севооборота (рис.1). Это сказалось в период роста растений и, в конечном счете, на урожайность и другие признаки.



**Рис. 1 – Температурный режим в период вегетации за 2018-2022 гг.**

Полученные метеоданные за вегетационный период 2018-2022 гг. (рис. 1) показали, что средняя температура воздуха превышала относительно среднемноголетних показателей, что способствовало более активной агрегации белковых молекул за счет межмолекулярных дисульфидных связей.

Так, в 2018 году в период вегетации мягкой озимой пшеницы температурный режим был выше среднемноголетней в апреле на 3,4°C; в мае на 5,5°C; в июне на 2,6°C; в июле на 3,3°C; в августе 5,3°C. Температура воздуха в 2019 г. также была выше среднемноголетних показателей в весенне-летний период и составило с апреля по июль 3,8°C; 3,2°C; 6,6°C; 1,2°C, соответственно. В то время как 2020 год был более благоприятен и близок к климатической норме. Стоит отметить, что май оказался холоднее на 2,1°C по сравнению со среднемноголетними показателями. Следует отметить, что в летние месяцы (июнь, июль, август) в 2021 году температура незначительно превысила среднемноголетнюю. Температурный режим июня и июля 2021 года превысил норму на 2,4 и 3,3 мм, соответственно. Стоит учесть, что в 2021 году с начала июня и до конца

вегетации повышенные температуры в период цветения, формирования и налива зерна привели к его запалу. В результате значительно уменьшилась масса зерна и урожайность озимой пшеницы. В 2022 году наблюдалось незначительное превышение нормы в июне на 1,4°C; и августе на 3,8°C.

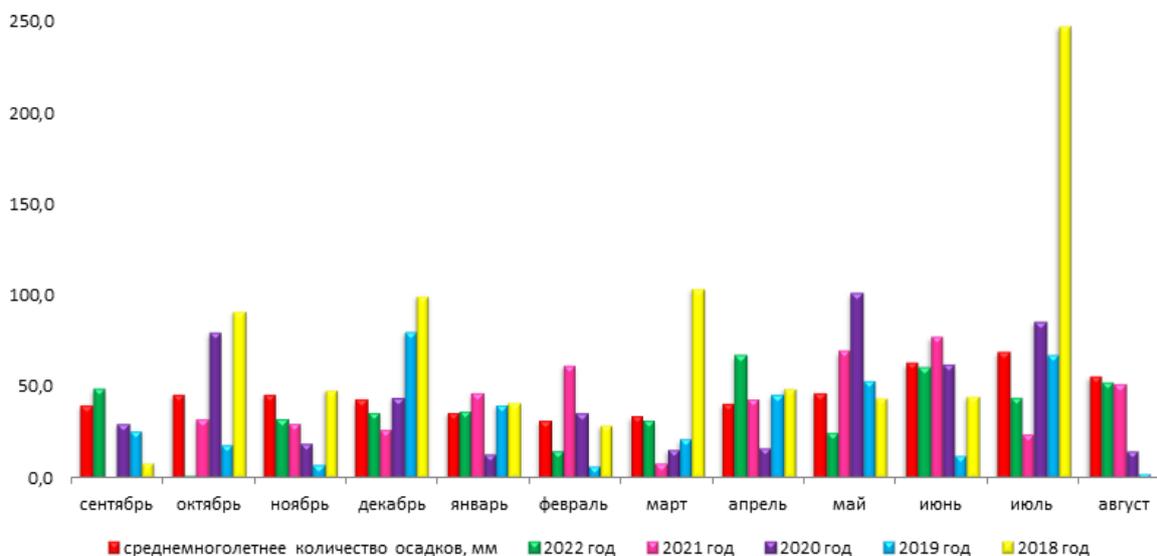


Рис. 2 – Влагообеспеченность мягкой озимой пшеницы в период вегетации за 2018-2022 гг.

При изучении количества выпавших осадков в исследуемый период наблюдается иная картина. Установлено, что значительное влияние на качество оказывают осадки тёплого периода (июнь-июль). Осадков в мае и апреле 2018 года выпало 49,4 мм и 44,4 мм, что не сильно отличалось от среднегодового показателя. Весенний период 2019 года был также близок к норме. В 2020 году в апреле наблюдался дефицит влаги (17,0 мм), а вот май отличился превышением нормы (47,0 мм) в два раза (101,2 мм). В мае 2021 года осадки превысили норму в 1,5 раза и составили 69,6 мм.

Апрель 2022 года по количеству выпавших осадков был больше нормы и составил 67,1 мм. В мае, наоборот, наблюдался дефицит 25,2 мм при норме в 47,0 мм.

Летние месяцы значительно различались в эти годы. В 2018 году в июне наблюдался дефицит влаги 45,0 мм при норме 63,0. В июле выпало рекордное количество осадков (247,4 мм) при норме 69,0. В 2019 году июнь характеризовался недостатком влаги – 12,5 мм, норма 63,0. Июль был схож с показателями нормы. В 2020 году в июне осадки были близки к норме, а в июле немного превысили показатели (86,0 мм при норме 69,0 мм). Июнь 2021 года был близок к среднегодовому показателю, что нельзя сказать про июль, в котором осадков выпало 24,0 мм, что на треть меньше нормы. Схожая картина наблюдалась и в 2022 году. Так в июне разница в количестве выпавших осадков была незначительной, в июле был недостаток влаги 44,0 мм при норме 69,0 мм.

Стоит обратить внимание на то, что в 2018 году в период созревания зерна обильные и затяжные дожди способствовали прорастанию зерна в колосе, что сказалось на ухудшении качества продукции.

В таблице 2 представлены некоторые результаты по показателю урожайности сортов «Белгородского ФАНЦ РАН» и инорайонного происхождения, а также показатели их качества.

Таблица 2 – Показатели качества зерна исследуемых групп озимой мягкой пшеницы урожая за 2018-2022гг. в условиях Белгородской области

Показатели	Сорта, созданные в ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН»	Сорта инорайонной селекции	НСР <sub>0,95</sub>	t факт
<b>2022 год</b>				
Число сортов, шт	8	5	-	-
Урожайность, ц/га	70,61±2,28	66,10±1,33	6,45	1,71
Масса 1000 зерен	40,85±0,97	41,4±2,33	6,19	-0,21
Натура, г/л	803,13±5,66	800±5,24	18,88	0,40
Сухая клейк-на, %	9,90±0,30	9,84±0,41	1,25	0,11
ИДК	87,15±2,53	87,56±3,02	9,64	-1,10
ВПС, %	64,11±0,88	63,88±2,56	6,64	0,08
ВПС, балл	8,12±0,12	7,60±0,50	1,28	1
Замес, балл	3,37±0,32	3,80±0,48	1,43	-0,72
Глютен +, балл	3,37±0,37	3,20±1,01	2,65	0,16
Вязкость, балл	5,75±0,59	4,20±1,35	3,61	1,04
Амилаза, балл	1,00±0,18	1,16±0,40	1,08	-1,35
Ретрогр-я, балл	3,37±0,62	3,00±1,04	2,98	0,30
<b>2021 год</b>				
n, шт	8	5	-	-
Урожайность, ц/га	30,57±1,79	27,44±3,83	10,35	0,74

Масса 1000 зерен	37,75±1,17	36,6±0,92	3,66	0,76
Натура, г/л	781,25±7,05	768,00±6,81	24,01	1,35
Сухая клейк-на, %	12,8±0,25	13,52±0,31	0,99	-1,77
ИДК	90,93±3,79	88,12±4,57	14,54	0,47
ВПС, %	66,85±0,45	64,1±1,22	3,19	0,57
ВПС, балл	8,12±0,12	7,4±0,80	2,15	0,82
Замес, балл	4±0,42	5,4±0,40	1,42	-2,4*
Глютен +, балл	2,37±0,41	4,6±0,87	2,36	-2,29*
Вязкость, балл	3,87±0,51	4,2±1,15	3,10	-0,25
Амилаза, балл	4,12±1,04	5,4±5,6	4,67	-0,66
Ретрогр-я, балл	5,12±0,81	6±1,26	3,67	-0,58
<b>2020 год</b>				
п, шт	8	5	-	-
Урожайность, ц/га	78,77±1,30	73,27±3,37	8,84	1,53
Масса 1000 зерен	42,62±1,03	41,40±1,63	4,72	0,63
Натура, г/л	817,37±2,92	791,24±2,34	9,17	<b>6,97*</b>
Сухая клейк-на, %	10,50±0,42	11,44±0,24	1,20	-0,90
ИДК	83,55±3,47	80,55±4,08	13,11	0,55
ВПС, %	62,17±0,75	63,06±2,38	6,12	-0,35
ВПС, балл	5,8±0,76	5,00±1,58	4,29	0,49
Замес, балл	5,00±0,65	5,80±0,37	1,84	-1,06
Глютен +, балл	5,12±0,71	5,60±1,12	3,26	-0,35
Вязкость, балл	4,37±0,86	5,40±1,40	4,03	-0,62
Амилаза, балл	4,87±0,89	6,60±0,40	2,39	-1,75
Ретрогр-я, балл	4,87±1,12	7,00±1,26	4,14	-1,25
<b>2019 год</b>				
п, шт	8	5	-	-
Урожайность, ц/га	56,78±1,19	52,58±2,84	7,54	1,36
Масса 1000 зерен	42,50±1,16	39,60±1,86	5,37	1,32
Натура, г/л	787,37±5,22	772,40±4,15	16,33	<b>2,24*</b>
Сухая клейк-на, %	9,92±0,22	10,04±0,56	1,48	-0,18
ИДК	84,81±2,38	78,88±4,33	12,11	1,19
ВПС, %	61,86±0,38	62,38±2,43	6,04	-0,20
ВПС, балл	5,87±0,69	5,00±1,51	4,07	0,52
Замес, балл	4,50±0,49	5,00±0,31	1,65	-0,73
Глютен +, балл	4,12±0,54	5,00±1,30	3,46	-0,61
Вязкость, балл	2,75±0,86	4,60±1,24	3,71	-1,21
Амилаза, балл	5,12±0,54	6,40±0,60	1,98	-1,56
Ретрогр-я, балл	5,37±0,84	6,60±0,92	3,06	-0,97
<b>2018 год</b>				
п, шт	8	5	-	-
Урожайность, ц/га	61,18±1,75	53,66±1,14	5,11	<b>3,60*</b>
Масса 1000 зерен	45,12±0,89	42,80±1,85	0,39	1,12
Натура, г/л	753,56±7,56	729,20±9,91	30,50	1,95
Сухая клейк-на, %	9,86±0,59	10,40±0,63	2,11	-0,62
ИДК	84,48±3,51	75,12±4,66	14,28	1,60
ВПС, %	59,86±0,54	61,44±2,57	6,45	-0,59
ВПС, балл	2,86±0,61	4,20±1,60	4,31	-0,75
Замес, балл	3,75±0,52	5,00±0,77	2,29	-1,33
Глютен +, балл	3,37±0,53	3,40±0,97	2,72	-0,02
Вязкость, балл	0,87±0,39	1,00±0,54	1,65	-0,18
Амилаза, балл	3,87±0,12	4,20±0,37	0,96	-0,82
Ретрогр-я, балл	1,62±0,18	2,00±0,54	1,41	-0,64

Примечание: \* - различия существенны при  $p > 0,95$

В результате проведенных исследований было установлено, что сорта местной селекции превышали во все года испытаний по показателям урожайности в сравнении с сортами, созданными другими научными и селекционными учреждениями [11]. Эта тенденция сохраняется на протяжении всего периода исследований (с 2018 по 2022 гг.). Стоит отметить, что именно в 2020 году был получен наибольший урожай, так как условия года оказались благоприятными для развития растений. Самые большие различия между исследуемыми группами по урожайности показал 2018 год, разница составила более 8 ц/га, при  $НСР_{0,95}=5,11$ ,  $t_{факт}=3,60$ .

Как правило, повышение натурной массы более 740 г/л приводит к увеличению выхода муки, в том числе незначительно влияет на мукомольные качества. Как видно из табл.2, сорта селекции Белгородского научного центра превысили показатель Натура зерна, по сравнению с сортами других селекционных центров. Разница была значительна в 2020 и 2019 гг. и достигла 26 г/л и 15 г/л, соответственно. Стоит отметить, что наибольший показатель свыше 810 г/л был получен в 2022 году у таких сортов как Синтетик, Везёлка, Ольшанка, Льговская 4 и Северодонецкая юбилейная.

На основании полученных данных на приборе Micholab были выявлены существенные различия по реологическим свойствам шрота между исследуемыми группами сортов в 2021 году. Сорты селекции «Белгородского ФАНЦ РАН» и инорайонной селекции отличались по таким показателям как Замес ( $t_{факт} = -2,4$ ) и Глютен+ ( $t_{факт} = -2,29$ ). По остальным показателям между исследуемыми группами различия нивелировались и находились в пределах ошибки опыта.

В связи с представленными данными провели сравнительный анализ по качественным показателям и реологическим свойствам между годами. Результаты представлены в таблицах 3 и 4.

**Таблица 3 – Динамика качественных показателей зерна мягкой озимой пшеницы урожая 2018-2022 гг.**

Год	Урож-ть, ц/га	Масса 1000 зерен	Натура, г/л	Сухая клей-на, %	ИДК, у.е.
2022	68,88±1,58	41,06±1,02	801,98±3,90	9,87±0,23	87,30±1,86
2021	29,37±1,80	37,30±0,79	776,15±5,22	13,07±0,21	89,85±2,83
2020	76,64±1,63	42,15±0,86	807,32±4,15	10,86±0,30	69,24±3,00
2019	55,16±1,37	41,38±1,04	782,92±4,21	9,96±0,24	82,53±2,26
2018	58,29±1,54	44,23±0,91	744,19±6,69	10,06±0,42	80,88±2,99
$t_{2022-21}$ НСР 0,95	<b>16,52*</b> 5,27	<b>2,89*</b> 2,85	<b>3,95*</b> 14,35	<b>-10,06*</b> 0,69	-0,75 7,46
$t_{2022-20}$ НСР 0,95	<b>-3,41*</b> 5,00	-0,81 2,95	-0,94 12,54	<b>-2,57*</b> 0,84	<b>5,11*</b> 7,77
$t_{2022-19}$ НСР 0,95	<b>6,53*</b> 4,61	-0,22 3,22	<b>3,30*</b> 12,65	-0,27 0,74	1,62 6,46
$t_{2022-18}$ НСР 0,95	<b>4,79*</b> 4,86	<b>-2,31*</b> 3,01	<b>7,44*</b> 17,05	-0,39 1,07	1,82 7,75
$t_{2021-20}$ НСР 0,95	<b>-19,46*</b> 5,34	<b>4,11*</b> 2,59	<b>-4,41*</b> 15,14	<b>5,98*</b> 0,81	1,94 8,43
$t_{2021-19}$ НСР 0,95	<b>-11,40*</b> 4,98	<b>3,09*</b> 2,89	1,00 14,77	<b>-9,55*</b> 0,71	-2,01 7,98
$t_{2021-18}$ НСР 0,95	<b>-12,20*</b> 5,21	<b>-5,71*</b> 2,66	<b>3,76*</b> 18,69	<b>6,29*</b> 1,05	2,17 9,06
$t_{2020-19}$ НСР 0,95	<b>10,05*</b> 4,70	-0,56 2,99	<b>-3,84*</b> 13,53	<b>-2,29*</b> 0,85	0,03 7,56
$t_{2020-18}$ НСР 0,95	<b>8,16*</b> 4,94	-1,64 2,77	<b>8,01*</b> 17,34	1,51 1,15	0,38 8,69
$t_{2019-18}$ НСР 0,95	1,50 4,55	-2,04 3,05	<b>4,89*</b> 17,41	-0,20 1,08	0,43 8,26

Примечание: \* - различия существенны при  $p > 0,95$

В 2022 году показатель урожайности колебался от 61,24 ц/га у сорта Селянка одесская до 82,4 ц/га у Ольшанки. Самая маленькая урожайность была получена в 2021 году от 21,1 ц/га (Софийка) до 41,3 ц/га (Волжская 100). Наибольшую урожайность за 5 лет изучения сформировали такие сорта озимой мягкой пшеницы как Ольшанка, Заречная и Волжская 100. Исследование выявило существенные различия по этому параметру во все исследуемые годы, за исключением 2018-2019 гг.

Масса 1000 зерен в среднем по всем сортам за годы изучения составила 41,2 г, изменяясь в зависимости от сорта от 31,0 г (Богданка) до 49,0 г (Сирена). Благоприятные условия для формирования крупного зерна озимой пшеницы были в 2018 и 2020 гг., но поскольку в 2018 году в период налива и созревания зерна выпало более двойной нормы осадков, это привело к прорастанию зерна на корню, которое сказалось на ухудшении качественных признаков озимой пшеницы.

Из зерна с большей натурой при прочих равных условиях получают больший выход готовой продукции лучшего качества. Анализ показал, что по натуре в исследуемый период лишь сорта селекции «Белгородского ФАНЦ РАН» Сирена, Везёлка и Ариадна показали стабильный высокий показатель выше 786 г/л, а, следовательно, их можно отнести к группе высококачественных.

Важное значение имеет не только количество клейковины в зерне пшеницы, но ее качество. По полученным данным отмечено, что по показателю ИДК все изучаемые сорта лишь в 2020 году соответствовали 1 группе качества (умеренно упругая). В остальные же года значения индекса деформации клейковины сортов можно отнести ко 2 группе качества, т.е. удовлетворительно слабой.

В ходе исследования установлено, что один и тот же сорт в зависимости от года выращивания формирует разное качество зерна.

**Таблица 4 – Динамика реологических показателей шрота мягкой озимой пшеницы в 2018-2022 гг.**

Год	ВПС, %	ВПС, балл	Замес, балл	Глютен+, балл	Вязкость, балл	Амилаза, балл	Ретроградация, балл
2022	64,02±1,06	7,92±0,21	3,53±0,26	3,31±0,43	5,15±0,63	1,23±0,20	3,23±0,53
2021	64,56±0,52	7,84±0,33	4,53±0,35	3,23±0,51	4,00±0,51	4,61±0,86	5,46±0,67
2020	62,51±0,97	5,53±0,73	5,30±0,42	5,31±0,59	4,76±0,71	5,53±0,60	5,69±0,86
2019	62,06±0,90	5,53±0,69	4,69±0,38	4,46±0,58	3,46±0,73	5,61±0,43	5,84±0,62
2018	60,46±1,00	3,38±0,72	4,23±0,45	3,38±0,47	0,84±0,29	4,00±0,16	1,76±0,23
$t_{2022-21}$ НСР 0,95	-0,45 2,60	0,19 0,87	<b>-2,26*</b> 0,97	0,12 1,46	1,40 1,81	<b>-3,80*</b> 1,95	<b>-2,59*</b> 1,89
$t_{2022-20}$ НСР 0,95	1,05 3,17	<b>3,10*</b> 1,69	<b>-3,49*</b> 1,11	<b>-2,73*</b> 1,61	0,39 2,14	<b>-6,74*</b> 1,40	<b>-2,42*</b> 2,23

t2022-19 НСР 0,95	1,40 3,07	<b>3,28*</b> 1,59	<b>-2,47*</b> 1,02	-1,59 1,60	1,74 2,13	<b>-9,20*</b> 1,04	<b>-3,17*</b> 1,84
t2022-18 НСР 0,95	<b>2,43*</b> 3,21	<b>6,04*</b> 1,65	-1,31 16	-0,12 1,41	<b>6,11*</b> 1,55	<b>-10,77*</b> 0,56	<b>2,51*</b> 1,27
t2021-20 НСР 0,95	1,84 2,44	<b>2,84*</b> 1,79	-1,38 1,22	<b>2,66*</b> 1,78	0,81 8,32	-0,87 2,32	-0,21 2,41
t2021-19 НСР 0,95	<b>2,38*</b> 2,30	<b>-2,99*</b> 1,69	0,29 1,14	1,58 1,70	-0,60 1,97	1,03 2,13	0,41 2,03
t2021-18 НСР 0,95	<b>3,60*</b> 2,49	<b>5,60*</b> 1,75	0,53 1,26	-0,22 1,53	<b>5,27*</b> 1,31	0,69 1,93	<b>5,17*</b> 1,57
t2020-19 НСР 0,95	0,34 2,92	0,00 2,23	-1,07 1,26	-1,01 1,83	-1,26 2,28	0,10 1,63	0,14 2,35
t2020-18 НСР 0,95	1,46 3,08	2,08 2,27	1,72 1,37	<b>2,53*</b> 1,67	<b>4,94*</b> 1,74	<b>2,45*</b> 1,37	<b>4,38*</b> 1,97
t2019-18 НСР 0,95	1,17 2,97	2,15 2,20	0,77 1,30	1,43 1,65	<b>3,31*</b> 1,73	<b>3,50*</b> 1,01	<b>6,08*</b> 1,47

Примечание: \* - различия существенны при  $p > 0,95$

Водопоглощительная способность муки является важным технологическим параметром, который позволяет определить фактический выход хлеба и уменьшить сырьевые потери при его производстве [6]. Исходя из полученных данных (табл. 4), можно утверждать, что наибольшей водопоглощительной способностью (ВПС) в годы исследования обладали Заречная, Синтетик, Сирена и Софийка. В период проведения научной работы средний показатель этого параметра варьировал от 54,6% (Волжская 100) до 73,8% (Софийка).

По индексу Замес максимальные величины в 7 баллов наблюдались в 2020 году у таких сортов как Сирена, Корочанка, Богданка, Селянка одесская. Наряду с этим низкие показатели индекса Замес в 2 балла были получены в 2022 г. у сортов Волжская 100 и Синтетик, что в свою очередь, указывает на наименьшее значение по показателю силы муки.

Наибольшими показателями индекса Глютен+ в интервале 7-8 баллов выделился 2020 год у сортов Богданка, Корочанка, Северодонецкая юбилейная и Льговская 4.

В углеводно-амилазном комплексе наблюдались более значимые изменения. Поскольку индексы Вязкости и Амилазы связаны между собой, считается, что низкое значение Вязкости указывает на высокую активность амилазных ферментов. За исследуемый период наблюдается тенденция к повышению значения этого параметра. Максимальные значения 7-8 баллов показали сорта Ариадна, Синтетик, Везёлка и Льговская 4 в 2022 году.

Индекс ретроградации крахмала сопряжен со способностью продукта противостоять черствлению, тем самым сохранять товарный вид. Следовательно, чем больше индекс ретроградации, тем быстрее происходит кристаллизация крахмала, хлебный мякиш начинает крошиться и черствеет быстрее. Максимальные значения были получены в 2019 г., 2020 г. и 2021 г. у сортов других регионов (Северодонецкая юбилейная, Волжская 100, Льговская 4, Софийка, Селянка одесская). Интересно то, что в 2018 году этот показатель имел наименьший балл во всех изучаемых сортах. Стоит отметить такие сорта, как Заречная, Ольшанка, Богданка, поскольку они отличаются низкой величиной ретроградации, а, следовательно, и более медленным черствлением конечной продукции.

**Заключение.** Повышению урожайности и качественных признаков сортов озимой пшеницы способствует достижение в селекционной работе, создание новых сортов, обладающих высокоадаптивными свойствами к агроклиматическим условиям района возделывания, генетической защитой от неблагоприятных факторов, высоким хозяйственным потенциалом, способностью экономического использования элементов питания при их реализации.

Данное исследование показало, что применение сортов, созданных в Юго-западной части пятого региона Российской Федерации, является более эффективным в Белгородской области для достижения максимального урожая, чем использование сортов, выведенных в других регионах. Это подтверждается проведенными исследованиями.

В ходе анализа установлено, что метеорологические условия, особенно в период налива и созревания зерна, существенно влияют на качественные признаки и реологические свойства мягкой озимой пшеницы. Поскольку условия среды в исследуемый период был неоднородным, из полученных данных можно выделить сорт Сирена, который отличался стабильными качественными показателями.

#### Библиография

1. Nikolic, O. Interrelationships between grain nitrogen content and other indicators of nitrogen accumulation and utilization efficiency in wheat plants / O. Nikolic, T. Zivanovic, M. Jelic, I. Djalovic. // Chilean Journal of Agricultural Research. – 2012. – Т. 72. – № 1. – С. 111–116.
2. Пшеница: монография / Под ред. Л.А. Животкова. – Киев : Урожай, 1989. – 319 с.
3. Мельник, А.Ф. Адаптивные приемы улучшения качества зерна озимой пшеницы / А.Ф. Мельник // Вестник Орел ГАУ. – 2011. – Т. 30. – № 5 (32). – С. 120–122.
4. Прянишников А.И., Андреева Л.В., Кулеватова Т.Б., Мачихина Л.И., Мелешкина Е.П. Качество зерна – источник здоровья нации // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 16–17.
5. Беспалова Л.А., Колесников Ф.А., Букреева Г.И. Экологические и генетические аспекты селекции озимой мягкой пшеницы на качество зерна // Вестник ОрелГАУ. 2006. № 2–3. С. 21–23.
6. Мелешкина Е.П., Коломиец С.Н., Жильцова Н.С., Бундина О.И. Современная оценка хлебопекарных свойств российской пшеницы // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 1. С. 155–162. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-1-155-162.
7. Потоцкая И.В., Шаманин В.П., Шепелев С.С., Чурсин А.С., Кузьмин О.Г., Моргунов А.И. Поиск генетических источников для улучшения качества зерна сортов пшеницы // Вестник Омского ГАУ. 2021. № 1 (41). 2021. С. 45–53.
8. Хлесткина Е.К., Журавлева Е.В., Пшеничникова Т.А., Усенко Н.И., Морозова Е.В., Осипова С.В., Пермякова М.Д., Афонников Д.А., Отмахова Ю.С. Реализация генетического потенциала сортов мягкой пшеницы под влиянием усло-

вий внешней среды: современные возможности улучшения качества зерна и хлебопекарной продукции (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 3. С. 501–514. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.3.501rus.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

10. Соловichenko В.Д., Тютюнов С.И. Почвенный покров Белгородской области и его рациональное использование // Белгород : «Отчий край», 2013. – 372 с.

11. Невцетаев В.П., Филиппова Ю.М., Козелец Я.О., Ащеулова А.П. Сорты озимой пшеницы из географически разных мест происхождения в условиях Белгородской области // Иновации в АПК: проблемы и перспективы 2018. – № 4 (20). – С. 128–134.

#### References

1. Nikolic, O. Interrelationships between grain nitrogen content and other indicators of nitrogen accumulation and utilization efficiency in wheat plants / O. Nikolic, T. Zivanovic, M. Jelic, I. Djalovic // Chilean Journal of Agricultural Research. – 2012. – Vol. 72. – № 1. – Pp. 111–116.

2. Wheat: monograph / Edited by L.A. Zhivotkov. – Kiev : Harvest, 1989. – 319 p.

3. Melnik, A.F. Adaptive techniques for improving the quality of winter wheat grain / A.F. Melnik // Vestnik Orel GAU. – 2011. – Vol. 30 – № 5 (32). – Pp. 120–122.

4. Pryanishnikov A.I., Andreeva L.V., Kulevatova T.B., Machikhina L.I., Meleshkina E.P. Grain quality is a source of health of the nation // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2010. № 11. Pp. 16–17.

5. Bepalova L.A., Kolesnikov F.A., Bukreeva G.I. Ecological and genetic aspects of selection of winter soft wheat for grain quality // Bulletin of the OrelGAU. 2006. № 2-3. Pp. 21–23.

6. Meleshkina E.P., Kolomiets S.N., Zhiltsova N.S., Bundina O.I. Modern assessment of baking properties of Russian wheat // Vestnik VGUIT. 2021. Vol. 83. № 1. Pp. 155–162. DOI: 10.20914/2310-1202-2021-1-155-162.

7. Potocka I.V., Shamanin V.P., Shepelev S.S., Chursin A.S., Kuzmin O.G., Morgunov A.I. Search for genetic sources for improving the quality of wheat grain varieties // Bulletin of the Omsk State Agrarian University. 2021. № 1 (41). 2021. Pp. 45–53.

8. Khlestkina E.K., Zhuravleva E.V., Pshenichnikova T.A., Usenko N.I., Morozova E.V., Osipova S.V., Permyakova M.D., Afonnikov D.A., Otmakhova Y.S. Realization of the genetic potential of soft wheat varieties under the influence of environmental conditions: modern possibilities for improving the quality of grain and bakery products (review) // Agricultural biology. 2017. Vol. 52. № 3. Pp. 501–514. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.3.501rus.

9. Dospikhov B.A. Methodology of field experience / B.A. Dospikhov. М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

10. Solovichenko V.D., Tyutyunov S.I. Soil cover of the Belgorod region and its rational use // Belgorod : «Fatherland», 2013. – 372 p.

11. Netsvetaev V.P., Filippova Yu.M., Kozelets Ya.O., Ascheulova A.P. Varieties of winter wheat from geographically different places of origin in the conditions of the Belgorod region // Innovations in agriculture: problems and prospects 2018. – № 4 (20). – Pp. 128–134.

#### Сведения об авторах

Акиншина Ольга Владимировна, научный сотрудник, кандидат биологических наук, ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», ул. Октябрьская, д. 58, г. Белгород, Россия, 308001, тел. +74722 27-64-75, e-mail: akinshinaolga@bk.ru.

Шестопалов Игорь Олегович, старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», ул. Октябрьская, д. 58, г. Белгород, Россия, 308001, тел. +74722 27-64-75, e-mail: ig.shestopalov@yandex.ru.

Козелец Яна Олеговна, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», ул. Октябрьская, д. 58, г. Белгород, Россия, 308001, тел. +74722 27-64-75.

Шестопалов Георгий Игоревич, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», ул. Октябрьская, д. 58, г. Белгород, Россия, 308001, тел. +74722 27-64-75.

Володин Дмитрий Владимирович, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», ул. Октябрьская, д. 58, г. Белгород, Россия, 308001, тел. +74722 27-64-75.

Петренко Александр Владимирович, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», ул. Октябрьская, д. 58, г. Белгород, Россия, 308001, тел. +74722 27-64-75.

Ащеулова Анна Павловна, младший научный сотрудник, ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН», ул. Октябрьская, д. 58, г. Белгород, Россия, 308001, тел. +74722 27-64-75.

#### Information about authors

Akinshina Olga Vladimirovna, Researcher, Candidate of Biological Sciences, Belgorod FANC RAS, Oktyabrskaya str., 58, Belgorod, Russia, 308001, tel. +74722 27-64-75, e-mail: akinshinaolga@bk.ru.

Shestopalov Igor Olegovich, Senior Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Belgorod FANC RAS, Oktyabrskaya str., 58, Belgorod, Russia, 308001, tel. +74722 27-64-75, e-mail: ig.shestopalov@yandex.ru.

Kozelets Yana Olegovna, Junior Researcher, Belgorod FANC RAS, Oktyabrskaya str., 58, Belgorod, Russia, 308001, tel. +74722 27-64-75.

Shestopalov Georgy Igorevich, Junior Researcher, Belgorod FANC RAS, Oktyabrskaya str., 58, Belgorod, Russia, 308001, tel. +74722 27-64-75.

Volodin Dmitry Vladimirovich, Junior Researcher, Belgorod FANC RAS, Oktyabrskaya str., a, 58, Belgorod, Russia, 308001, tel. +74722 27-64-75.

Petrenko Alexander Vladimirovich, Junior Researcher, Belgorod FANC RAS, Oktyabrskaya str., a, 58, Belgorod, Russia, 308001, tel. +74722 27-64-75.

Ascheulova Anna Pavlovna, Junior Researcher, Belgorod FANC RAS, Oktyabrskaya str., 58, Belgorod, Russia, 308001, tel. +74722 27-64-75.

УДК 633.11:632.4

*Л.М. Базаева, Д.К. Ханаева, П.В. Алборова, А.Х. Козырев, Х.М. Хетагуров*

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТОВ НА ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ РСО-АЛАНИЯ

**Аннотация.** На современном этапе ведения агропроизводства становится все более ясным, что многие проблемы можно устранить только с помощью микробиологических препаратов. Наши исследования проведены в условиях предгорной зоны Центральной части Северного Кавказа на двух сортах озимой пшеницы – Дон 93 и Победа 50. В течение 2020-2021 гг. был проведен фитопатологический мониторинг посевов, который определил наиболее распространенные болезни этой культуры – корневые гнили, мучнистая роса, септориоз, бурая ржавчина и фузариоз колоса. Против выявленных фитопатогенов были использованы фунгициды биологического происхождения – Фитоспорин-М и Алирин-Б. Изучаемые биопрепараты имели максимальный ингибирующий эффект против возбудителя септориоза листьев, в средней степени – в борьбе с мучнистой росой и бурой ржавчиной. Наименьший эффект был проявлен против корневых гнилей и фузариоза колоса, развитие и распространение болезней на которых находилось в пределах 1,9-77,6%, что было выше контроля на 2,1-64,3%. Самыми эффективными против фитопатогенов на озимой пшенице в экологических условиях предгорной зоны оказался 4 вариант – с применением баковой смеси Фитоспорин-М + Алирин-Б, биологическая эффективность от использования которого составила 44,0...83,3%. Подавление активности фитопатогенов приводит к повышению показателей продуктивности культуры. Как показали наши исследования, наилучшие результаты среди показателей структуры урожая озимой пшеницы были при совместном применении препаратов Фитоспорин-М и Алирин-Б, превысивший другие варианты опыта более 11%. Аналогичные результаты на данном варианте были и по показателям урожайности сортов озимой пшеницы, превысившие контроль на 0,38-0,39 т/га или 11,8-12,0%, а варианты с раздельным применением – на 0,12-0,26 т/га. Рассматривая адаптивную способность изучаемых сортов, следует заключить, что высокую устойчивость к выявленным инфекциям и продуктивность (3,24-3,63 т/га) проявил сорт озимой пшеницы Победа 50.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, микробные препараты, пораженность болезнями, биологический эффект, урожайность.

### THE EFFECTIVENESS OF BIOLOGICAL PRODUCTS ON WINTER WHEAT CROPS IN THE CONDITIONS OF THE FOOTHILL ZONE OF THE RSO-ALANIA

**Abstract.** At the present stage of agricultural production, it is becoming increasingly clear that many problems can be eliminated only with the help of microbiological preparations. Our research was carried out in the conditions of the foothill zone of the Central part of the North Caucasus on two varieties of winter wheat – Don 93 and Pobeda 50. During 2020-2021, phytopathological monitoring of crops was carried out, which identified the most common diseases of this crop – root rot, powdery mildew, septoria, brown rust and ear fusarium. Fungicides of biological origin – Phytosporin-M and Alirin-B - were used against the identified phytopathogens. The studied biopreparations had the maximum inhibitory effect against the causative agent of leaf septoria, to an average degree – in the fight against powdery mildew and brown rust, and the least effect was shown against root rot and ear fusarium, the development and spread of diseases on which was in the range of 1.9-77.6%, which was higher than the control by 2.1-64.3%. The most effective against phytopathogens on winter wheat in the environmental conditions of the foothill zone was option 4 – with the use of a tank sweep of Phytosporin-M + Alirin-B, the biological efficiency of which was 44.0...83.3%. Suppression of phytopathogen activity leads to an increase in crop productivity. As our studies have shown, the best results among the indicators of the structure of the winter wheat crop were with the combined use of the drugs Phytosporin-M and Alirin-B, which exceeded other variants of the experiment by more than 11%. Similar results in this variant were also in terms of the yield of winter wheat varieties, exceeding the control by 0.38-0.39 t/ha or 11.8-12.0%, and variants with separate application – by 0.12-0.26 t/ha. Considering the adaptive ability of the studied varieties, it should be concluded that the winter wheat variety Pobeda 50 showed high resistance to detected infections and productivity (3.24-3.63 t/ha).

**Keywords:** winter wheat, microbial preparations, disease infestation, biological effect, yield.

**Введение.** Индустриализация сельскохозяйственного производства сопровождается усилением антропогенного давления на окружающую среду и ухудшением качества сельскохозяйственной продукции, что приводит к поиску аграриями альтернативных, инновационных, природоподобных (основанных на закономерностях взаимодействия живых организмов между собой и окружающей средой внутри биологических систем) систем хозяйствования, наибольший интерес из которых представляет органическое земледелие. Переход на новые принципы растениеводства – это ответственный шаг, требующий учёта всех факторов, влияющих на развитие сельскохозяйственных культур. Одним из таких факторов является фитосанитарное состояние посевов, в том числе, в части, касающейся поражения их болезнями сельскохозяйственных культур. Для своевременного и эффективного противодействия заражению в виде профилактических мероприятий или в виде воздействия на посевы уже по факту заражения, требуется постоянный мониторинг состояния посевов и анализ его результатов как на отдельно взятом участке поля, так и по регионам в масштабах страны [1].

Пшеница – основная хлебная культура большинства стран мира. В настоящее время в России не решены многие проблемы, ограничивающие развитие зерновой отрасли. Особенно остро стоит вопрос о снижении потерь урожая от многочисленных фитопатогенов зерновых, суммарные потери зерна от которых за период 1993-2008 гг. превысили 230 млн. т [2].

Важнейшее, а иногда и решающее значение в получении качественной продукции имеет фитосанитарное состояние посевов. Болезни, прежде всего, снижают количество продукции, получаемой при прочих равных условиях с единицы площади, а также ухудшают хозяйственно-технологические показатели зерна, посевные качества семенного материала, приводят к загрязнению зерна и продуктов его переработки микотоксинами, повышают затраты на их производство и переработку [3].

**Цель исследований.** В связи с этим целью нашего исследования явилось определение эффективности микробных препаратов на посевах озимой пшеницы.

**Материалы и методы.** Исследования проведены в течение 2020-2021 гг. в Центральной части Северного Кавказа в предгорной зоне РСО-Алания. Полевые опыты были заложены на черноземах карбонатных на территории СПК Де-Густо

(400 метров над уровнем моря – III агроклиматический район – недостаточного увлажнения). Опыт был заложен в четырехкратной повторности, с площадью делянки 15 м<sup>2</sup> (3×5). Посев проводили узкорядным способом (междурядье 7 см) с нормой высева 4,5 млн. всхожих семян на 1 га. Объектом наблюдений явились сорта озимой пшеницы Дон 93 и Победа 50, районированные в нашей республике, а также микробные препараты фунгицидного и ростстимулирующего действия Алирин-Б, и Фитоспорин-М, которые применяли в предпосевной обработке семян и опрыскивании вегетирующих растений. Протравливание семян проводили непосредственно перед посевом с нормой расхода рабочей жидкости 10 л/т семян. Обработку вегетирующих растений биопрепаратами проводили в фазе кущения – выхода в трубку с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га.

**Результаты.** Все учеты, наблюдения и статистическая обработка данных проводились согласно общепринятым методикам [4, 5, 6].

Для уточнения видового состава возбудителей болезней пшеницы было проведено обследование посевов (табл. 1).

**Таблица 1 – Результаты обследования пшеницы на пораженность болезнями (2020-2021 гг.)**

Сорта	Пораженность болезнями, %				
	Корневые гнили	Мучнистая роса	Септориоз	Бурая ржавчина	Фузариоз колоса
2020 г.					
Дон 93	37,5	100/2	100/1-2	100/2	39,0
Победа 50	7,2	100/1-2	100/2	100/1-2	15,0
2021 г.					
Дон 93	24,7	85/2	80/1-2	70/2	17,8
Победа 50	4,1	75/1-2	60/1-2	55/1-2	10,2

*Примечание: в числителе – распространенность болезни, %; в знаменателе – балл поражения.*

Как видно из таблицы 1 пораженность озимой пшеницы болезнями в условиях СПК «Де-Густо» высокая. Такая картина сложилась из-за того, что пшеница идет по предшественнику пшеница, что приводит к накоплению в почве инфекции, особенно таких возбудителей, как корневые гнили, мучнистая роса, септориоз, бурая ржавчина и фузариоз колоса.

В Северо-Кавказском федеральном округе в 2020 году корневыми гнилями было заражено 687,37 тыс. га, а в 2021 году – 377,94 тыс. га, в т.ч. с поражением выше ЭПВ – 600 тыс. га в 2020 г. и 377,94 тыс. га в 2021 г. Обработано в 2020 г. 609,6 тыс. га и в 2021 г. – 674,8 тыс. га [7].

Теплая малоснежная зима 2020 года способствовала перезимовке озимых культур. Однако резкие понижения температуры в совокупности с повышенной влажностью способствовали появлению корневых гнилей. Погодные условия второй половины апреля (частые осадки и низкие температуры) способствовали продолжению развития корневых гнилей. Первые признаки заболевания на молодом приросте отмечены в начале апреля на переувлажненных почвах. Осадки, высокая влажность и перепады температурного режима мая способствовали продолжению развития болезни. В июне наблюдалось повышение температуры. Осадков выпадало мало, в основном отмечались кратковременные дожди, что существенно тормозило распространение корневых гнилей. Июль характеризовался умеренно жаркой погодой. Осадки наблюдались чаще, что способствовало единичному распространению болезни.

В 2021 году обильные снегопады в первой декаде марта с резкими перепадами дневных и ночных температур способствовали появлению корневых гнилей. Симптомы впервые были отмечены в конце второй декады марта в первую очередь на загущенных посевах и при монокультуре. Резкие перепады температур в апреле способствовали дальнейшему развитию корневых гнилей в основном в загущенных посевах.

К корневым гнилям сравнительно устойчивым оказался сорт Победа 50. Пораженность этого сорта в среднем за 2 года составила 5,7%, а на сорте Дон 93 эта цифра составила 31,1%.

В Северо-Кавказском федеральном округе мучнистая роса на посевах озимых зерновых была распространена на площади 132,66 тыс. га в 2020 г. и 137,4 тыс. га в 2021 г. Обработки проводились в 2020 году на 57,27 тыс. га и в 2021 году на 165,6 тыс. га [7].

Умеренно влажная погода в марте 2020 г. с большими перепадами дневных и ночных температур способствовала проявлению и развитию болезни. Первые признаки ее развития были обнаружены в начале второй декады марта. Основной инфекционный запас был сосредоточен на нижних ярусах листьев, образуя белый паутинистый налет. Высокая влажность и температура воздуха в апреле способствовали активному развитию болезни. На листьях, листовых влагалищах, стеблях фиксировался мучнистый налет – мицелий и бесполое конидиальное спороношение возбудителя мучнистой росы. Большое количество ветреных дней в конце мая и июне с обильными осадками в сочетании с перепадами дневных и ночных температур способствовали развитию патогена.

Частые осадки с резкой сменой на жаркую солнечную погоду в мае 2021 г. благоприятно отразились на проявлении мучнистой росы. Первые признаки отмечены во второй половине мая на листьях в виде белого паутинного налета. В июне из-за высоких температур дальнейшего распространения болезни не выявлено.

Пораженность мучнистой росой за 2020-2021 гг. протекала на сортах также как и корневые гнили. По степени распространности и по степени поражения слабостойким к этому типу инфекции оказался сорт Дон 93 – 92,5% и 2 балла поражения. По устойчивости к этой болезни выделился сорт Победа 50, превысив Дон 93 на 15-25%.

В последние годы серьезную проблему представляет септориоз. В Северо-Кавказском федеральном округе на озимых зерновых инфекция была выявлена на площади 837,09 тыс. га в 2020 г. и 408,37 тыс. га в 2021 г., в т.ч. с поражением выше ЭПВ в 2020 г. – 798,49 тыс. га и в 2021 г. – 356,73 тыс. га. В 2020 году обработка против болезни была проведена на площади 894,98 тыс. га, а в 2021 году – на 708,03 тыс. га [7].

Перепады температур и осадки во второй половине апреля 2020 г. благоприятно сказались на развитии и распространении септориоза. Активному развитию патогена способствовало наличие капельно-жидкой влаги. Первые признаки поражения были отмечены во второй декаде апреля на нижних листьях в виде бурых продольных пятен с мелкими черными

пикнидами. Погодные условия были благоприятными для начала распространения болезни и в конце мая. В июне и июле развитие болезни было слабым.

Осадки и чередование пониженных и повышенных температур в апреле 2021 г. благоприятно отразились на распространении септориоза. Первые признаки поражения были отмечены после возобновления вегетации на молодом приросте в фазе кущения. Чередование в мае жарких солнечных дней с пасмурными, а также дожди ливневого характера способствовали развитию и распространению грибной инфекции. Сухая и жаркая погода в июне была неблагоприятна для развития заболванья.

На наших посевах отмечено 100% распространение септориоза на сортах в 2020 году, хотя степень поражения на сорте Дон 93 (1-2 балла), а на сорте Победа 50 (2 балла). В 2021 году пораженность инфекцией была на 20-40% ниже. Устойчивость к патогену в этом году проявил сорт Победа 50, превысив Дон 93 на 20%.

Ошутимый вред озимой пшенице в условиях предгорной зоны наносит бурая ржавчина.

В Северо-Кавказском федеральном округе бурой ржавчиной было заражено в 2020 г. 24,97 тыс. га, а в 2021 г. – 39,43 тыс. га, в т.ч. с поражением выше ЭПВ 7,18 тыс. га в 2020 г. и 20,83 тыс. га в 2021 г. Обработано было в 2020 г. 23,91 тыс. га и 47,45 тыс. га в 2021 г [7].

Май 2020 года характеризовался в целом более теплой, чем обычно погодой в отдельные периоды с дождями, местами сильными. Наличие капельно-жидкой влаги на листьях и оптимальный температурный режим 20-22°C были благоприятны для заражения озимой пшеницы. Болезнь появилась на листьях и влагалищах в виде бурых субэпидермальных пустул. В целом погода июля характеризовалась высокой дневной температурой, что сдерживало распространение болезни, однако ливневые осадки в третьей декаде месяца способствовали продолжению ее распространения.

В 2021 году первые признаки бурой ржавчины на молодом приросте были отмечены в начале апреля. Теплая погода способствовала проявлению и интенсивному развитию заболевания. Условия весенне-летнего периода были благоприятны для развития болезни на посевах.

Пораженность бурой ржавчиной отмечена на сортах до 100% в 2020 году, но степень поражения разная. На листьях сорта Победа 50 пустулы единичные, а на сорте Дон 93 степень поражения составила 2 балла. В 2021 году слабую устойчивость к фитопатогену проявил Дон 93, распространение болезни на котором составило 70% с баллом поражения 2. Сорт Победа 50 оказался более устойчив к болезни, превысив Дон 93 на 15%.

В Северо-Кавказском федеральном округе на озимых колосовых культурах фузариоз колоса отмечался в 2020 году на 31,65 тыс. га, а в 2021 году – на 109,06 тыс. га. В 2020 году фунгициды применялись на площади 31,22 тыс. га, а в 2021 году – на 157,46 тыс. га [7].

Пасмурная и дождливая погода в 2020 г. в фазе цветения была благоприятна для развития фузариоза. Первые ее признаки были отмечены в последних числах мая в виде осветления отдельных колосков. Теплая погода с относительной высокой влажностью способствовала дальнейшему развитию болезни. В июле из-за жаркой и засушливой погоды оно приостановилось.

В мае 2021 г. резкие перепады температур и проливные дожди в фазе колошения спровоцировали проявление фузариоза колоса. Первые признаки были обнаружены со второй половины мая на сформировавшихся колосках. В дальнейшем обильные осадки на фоне оптимальных для развития патогена температур способствовали усилению поражения посевов.

За годы проведения исследований наблюдался довольно высокий процент пораженности фузариозом колоса, особенно на сорте Дон 93 (17,8-39,0%). Более устойчивым к фузариозу оказался сорт озимой пшеницы Победа 50, распространение патогена на котором составило 10,2-15% и оказалось ниже сорта Дон 93 на 7,6-24,0%.

Рассматривая пораженность выявленных на озимой пшенице болезней, следует отметить, что наиболее благоприятные климатические условия для их развития и распространения сложились в 2020 году. Температурный режим, количество осадков и относительная влажность воздуха, сложившиеся в этот год, способствовали распространению инфекций в пределах 7,2...100%, превысив по уровню их распространения 2021 год на 3,1-40,0%.

Таким образом, проведенный фитопатологический мониторинг позволил выявить наиболее распространенные болезни озимой пшеницы – корневые гнили, мучнистую росу, септориоз, бурую ржавчину и фузариоз колоса. Менее благоприятные условия для их развития и распространения сложились в 2020 году.

На основании полученных данных о распространенности и развитии болезней нами выделены три группы патогенов по вредности:

I – первостепенные по хозяйственному значению, т.е. вызывающие большие потери урожая – выше экономических порогов;

II – второстепенные – причиняющие ущерб в пределах экономических порогов вредности;

III – потенциально опасные – проявившиеся, но не приведшие к потерям урожая.

К первостепенным патогенам нами отнесены мучнистая роса и септориоз, второстепенным – бурая ржавчина, и к потенциально опасным – корневые гнили и фузариоз колоса.

Одна из причин фитосанитарной дестабилизации и повышения популяций фитопатогенов – обеднение природных биоценозов вследствие уменьшения численности полезных видов, что в значительной степени препятствует саморегуляции агроэкосистем. Периодическая сортомена в хозяйстве имеет важное значение в профилактике эпифитотий, особенно болезней, патогены которых образуют обильное спороношение и легко распространяются воздушными течениями [8].

В связи с этим против выявленных возбудителей болезней мы применили микробные препараты и их баковую смесь (табл. 2).

**Таблица 2 – Влияние биопрепаратов на пораженность озимой пшеницы болезнями (ср. за 2020-2021 гг.)**

№ п/п	Варианты	Пораженность болезнями, %				
		Корневые гнили	Мучнистая роса	Септориоз	Бурая ржавчина	Фузариоз колоса
Дон 93						
1.	Контроль	31,1	92,5/2	90/2	85/2	28,4
2.	Фитоспорин-М	21,4	77,6/1-2	60,4/2	71,2/1-2	18,2
3.	Алирин-Б	17,6	58,7/1-2	51,1/2	63,8/1-2	12,8
4.	Фитоспорин-М + Алирин-Б	11,2	36,5/1-2	32,6/1-2	47,6/1-2	5,7
Победа 50						
1.	Контроль	5,7	87,5/1-2	80/1-2	77,5/1-2	12,6
2.	Фитоспорин-М	3,6	51,1/1-2	42,7/1-2	45,1/1	6,8
3.	Алирин-Б	2,3	40,4/1-2	34,1/1	27,3/1	4,3
4.	Фитоспорин-М + Алирин-Б	1,9	28,2/1	15,7/1	18,4/1	2,1

*Примечание: в числителе – распространенность болезни, %; в знаменателе – балл поражения.*

Климатические условия в годы проведения исследований оказались неблагоприятны для развития и распространения на растениях озимой пшеницы корневых гнилей. Максимальное распространение они получили на контроле, пораженность инфекцией на котором находилась в пределах 5,7...31,1%. Применение микробных препаратов снижало показатель распространения на 2,1-19,9%. Наибольшая эффективность отмечалась при использовании баковой смеси биопрепаратов (4 вариант) – 1,9%, что было на 1,3-10,2% ниже их раздельного применения. Также хороший результат в борьбе с болезнью отмечался на 3 варианте – с отдельным применением Алирин-Б на озимой пшенице, распространение инфекции по сортам на котором составило 2,3 и 17,6%.

Высокую устойчивость к выявленному патогену за два года исследований проявил сорт Победа 50, распространение корневых гнилей на котором колебалось в пределах 1,9...5,7%. У сорта Дон 93 показатели были на 9,3-25,4% выше, что свидетельствует о его слабой устойчивости к болезни.

Распространение мучнистой росы на растениях озимой пшеницы колебалось в пределах 28,2...92,5% с баллом развития от 1 до 2. Максимальное распространение патоген получил на контрольном варианте – без применения микробных препаратов. Использование биофунгицидов в различной степени способствовало повышению устойчивости растений озимой пшеницы против этого заболевания. Распространение мучнистой росы на вариантах с раздельным применением биопрепаратов составило 40,4-77,6%, что превысило контрольный вариант на 14,9-47,1%. Наилучший эффект против мучнистой росы при раздельном использовании фунгицидов показал Алирин-Б, на котором распространение патогена составило по сортам 58,7 и 40,4% с баллом развития 1-2. Меньшая эффективность против данной болезни была отмечена на 2 варианте, с применением Фитоспорина-М – 51,1-77,6%. Максимальный эффект от использования микробных препаратов был достигнут при применении против мучнистой росы баковой смеси Фитоспорин-М + Алирин-Б, распространение инфекции на котором составило 28,2-36,5%.

Среди испытываемых сортов озимой пшеницы наиболее устойчивым к патогену оказался сорт Победа 50, развитие и распространение болезни на котором были ниже сорта Дон 93 на 5,0-26,5%.

Слабая устойчивость к септориозу на озимой пшенице наблюдалась на контрольном варианте (без обработки) – от 80 до 90% со степенью поражения растений 1-2 и 2 балла в зависимости от сорта. Наименьшая устойчивость к выявленной инфекции отмечалась на сорте Дон 93, развитие и распространение болезни на котором было на 10,0-17,7% выше, чем у сорта Победа 50.

Применение микробных препаратов способствовало снижению показателей зараженности септориозом в сравнении с контролем на 30,0-64,3%. Наиболее высокая устойчивость к патогену была определена на 4 варианте – с применением баковой смеси микробных препаратов Фитоспорин-М и Алирин-Б, распространение болезни на котором составило 15,7 и 32,6% со степенью поражения в 1 и 1-2 балла. Это оказалось ниже других вариантов опыта с применением биопрепаратов на 8,6-27,8%. Среди вариантов с раздельным использованием микробных препаратов выделился вариант с применением Алирина-Б (3 вариант), оказавший более высокую иммуностимулирующую активность в сравнении с Фитоспорин-М. Показатели развития и распространения выявленной инфекции на данном варианте были ниже 2 варианта опыта на 8,7-9,3% в зависимости от сорта.

В наших исследованиях распространение бурой ржавчины на растениях озимой пшеницы было максимальным на контрольном варианте и составило по сортам 77,5-85,0% (степень поражения 1-2 балла). Обработка микробными препаратами в различной степени снижала развитие и распространение патогена. Максимальная эффективность против него была на 4 варианте опыта – с использованием баковой смеси Фитоспорин-М + Алирин-Б – 18,4-47,6%. Следующим по эффективности оказался вариант с раздельным применением микробного препарата Алирин-Б (3 вариант), развитие и распространение болезни на котором составило 27,3-63,8% в зависимости от сорта. Распространение бурой ржавчины в 27,3 и 71,2% отмечалось при применении Фитоспорина-М, что было ниже контроля на 13,8-32,4%, но выше других вариантов опыта на 17,3-19,9%.

Среди испытываемых сортов высокая устойчивость к бурой ржавчине отмечалась на сорте Победа 50, которая по показателям пораженности инфекцией была ниже Дон 93 на 7,5-29,2%.

Климатические условия 2020-2021 годов способствовали распространению фузариоза на озимой пшенице. В наших исследованиях наибольшее распространение болезнь получила на варианте без применения микробных препаратов, пораженность на котором находилась в пределах 12,6...28,4%, что было выше других вариантов на 5,8-22,7%. Максимальная устойчивость растений озимой пшеницы к возбудителю фузариоза колоса отмечалась на варианте с совместным использованием биопрепаратов в Фитоспорин-М и Алирин-Б, поражение инфекцией на котором составило 2,1 и 5,7%, превысивший 2 и 3 варианты опыта на 2,2-12,5%. Распространение фузариоза колоса в 6,8 и 18,2% наблюдалось при раздельном примене-

нии Фитоспорина-М, что свидетельствует о невысокой эффективности данного препарата против фитопатогена на растениях озимой пшеницы. Поражение фузариозом колоса в 4,3-12,8% было отмечено при раздельном использовании Алирина-Б, что было ниже контроля и 2 варианта в 1,5-3 раза. Это позволяет заключить о высокой эффективности данного препарата против выявленной болезни.

Проведя анализ поражаемости фузариозом колоса испытываемых сортов, следует заключить, что высокой устойчивостью к данной болезни обладал сорт Победа 50, показатели вредоносности на котором были на 3,6-15,8% ниже сорта Дон 93.

Таким образом, изучаемые биопрепараты имели максимальный ингибирующий эффект против возбудителя септориоза листьев, в средней степени – в борьбе с мучнистой росой и бурой ржавчиной. Наименьший эффект был проявлен против корневых гнилей и фузариоза колоса. Самыми эффективными против фитопатогенов на озимой пшенице в экологических условиях СПК «Де-Густо» оказался 4 вариант – с применением баковой смеси Фитоспорин-М+Алирин-Б. Рассматривая адаптивную способность изучаемых сортов следует заключить, что высокую устойчивость к выявленным инфекциям проявил сорт озимой пшеницы Победа 50.

Развивая экологическое направление в защите растений важно правильно оценить эффективность того или иного приема. Для этой цели часто используют показатель биологической эффективности (табл. 3).

**Таблица 3 – Биологическая эффективность микробных препаратов (ср. за 2020-2021 гг.)**

№ п/п	Варианты	Биологическая эффективность, %				
		Корневые гнили	Мучнистая роса	Септориоз	Бурая ржавчина	Фузариоз колоса
Дон 93						
1.	Контроль	–	–	–	–	–
2.	Фитоспорин-М	31,2	16,1	32,9	16,2	35,9
3.	Алирин-Б	43,4	36,5	43,2	25,0	54,9
4.	Фитоспорин-М + Алирин-Б	64,0	60,5	63,8	44,0	79,9
Победа 50						
1.	Контроль	–	–	–	–	–
2.	Фитоспорин-М	36,9	41,6	46,6	41,8	46,0
3.	Алирин-Б	59,7	53,8	57,4	64,8	65,9
4.	Фитоспорин-М + Алирин-Б	66,7	67,9	80,4	76,3	83,3

Из приведенных в таблице 3 данных следует, что биологическая эффективность микробных препаратов против возбудителей корневых гнилей находилась в пределах 31,2...66,7%. Наименьший эффект отмечался при применении Фитоспорина-М – 31,2-36,9%. Использование Алирина-Б способствовало повышению эффекта до 43,4-59,7%. Максимальный эффект был достигнут при применении баковой смеси препаратов (Фитоспорин-М + Алирин-Б) – 64,0-66,7%, превысив другие варианты опыта на 7,0-32,8%.

Среди изучаемых сортов по показателю биологической эффективности против корневых гнилей выделился сорт Победа 50, превысивший Дон 93 на 2,7-16,3%.

В борьбе с мучнистой росой максимальную биологическую активность проявил вариант с применением баковой смеси микробных препаратов, эффект от которой составил 60,5-67,9%. На 14,1-24,0% ниже была эффективность от использования Алирина-Б, а при применении Фитоспорина-М биологическая эффективность находилась в пределах 16,1...41,6, что оказалось ниже других вариантов опыта на 12,2-44,4%.

Изучаемые сорта проявили различную биологическую эффективность против возбудителя мучнистой росы. Так, сорт Дон 93 был менее устойчив к патогену и эффект от применения биопрепаратов на нем был на 7,4-25,5% ниже сорта Победа 50.

Использование микробных препаратов против септориоза на листьях озимой пшеницы способствовало снижению пораженности на 32,9-80,4%. Наименьшую биологическую эффективность против патогена проявил биопрепарат Фитоспорин-М – 32,9 и 46,6%. На 10,3-10,8% выше был эффект от применения Алирина-Б, а максимальная активность микроорганизмов, входящих в состав микробных препаратов, была отмечена при их совместном использовании в баковой смеси – 63,8 и 80,4% и превысило другие варианты на 20,6-33,8%.

Испытуемые препараты показали наибольшую биологическую эффективность против септориоза на растениях сорта Победа 50 – 46,6-80,4%, превысив Дон 93 на 13,7-16,6%.

Аналогичный эффект испытываемые сорта проявили против возбудителя бурой ржавчины, биологическая активность против которого находилась в пределах 16,2...76,3%. Максимальный эффект наблюдался при использовании баковой смеси (Фитоспорин-М + Алирин-Б) – 44,0-76,3%. Раздельное применение Алирина-Б снижало его биологический эффект на 11,5-19,0% в сравнении с совместным. При отдельном использовании в борьбе с бурой ржавчиной биопрепарата Фитоспорин-М отмечалась наименьшая эффективность – 16,2-41,8% и была на 8,8-34,5% ниже других вариантов. При этом сорт Победа 50 превысил данные по биологической эффективности против бурой ржавчины у сорта Дон 93 на 25,6-39,8%.

В борьбе с фузариозом колоса микробные препараты проявили биологическую активность в пределах 35,9...83,3%. Максимальный эффект от применения был отмечен на сорте Победа 50 (46,0-83,3%), превысивший Дон 93 на 3,4-11,0%. Наименьшей биологической эффективностью обладал вариант с раздельным использованием микробного препарата Фитоспорин-М (35,9-46,0%), показатели на котором были ниже варианта с раздельным применением Алирина-Б и баковой смеси биопрепаратов на 19,0-19,9% и 37,3-44,0%, соответственно.

Таким образом, испытываемые биопрепараты показали высокую биологическую эффективность против болезней, выявленных на озимой пшенице. Наибольшая эффективность отмечалась на 4 варианте – с обработкой растений баковой смесью Фитоспорин-М + Алирин-Б, которая находилась в пределах 44,0...83,3%. Следующим по эффективности оказался вариант с раздельным применением микробного препарата Алирин-Б, биологическая эффективность от применения которого составила 25,0...65,9%. Наименьший эффект против выявленных инфекций отмечался на варианте с применением Фитоспорина-М – 16,1-46,6%. Они имели максимальный эффект против фузариоза колоса и септориоза, в средней степени про-

тив бурой ржавчины и слабо стимулируют иммунитет растения в борьбе с возбудителями корневых гнилей и мучнистой росы.

Изучение показателей структуры урожая озимой пшеницы показало, что микробные препараты способствовали увеличению длины стебля, числа зерен в колосе и массы 1000 зерен (табл. 4).

**Таблица 4 – Влияние биопрепаратов на элементы структуры урожая сорта озимой пшеницы (ср. за 2020-2021 гг.)**

№ п/п	Варианты	Высота растений, см	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
Дон 93					
1.	Контроль	80,0	9,0	38,1	46,5
2.	Фитоспорин-М	80,5	9,3	38,5	47,0
3.	Алирин-Б	81,0	9,5	41,2	47,1
4.	Фитоспорин-М + Алирин-Б	82,0	9,7	42,5	48,4
Победа 50					
1.	Контроль	72,0	8,5	41,2	47,5
2.	Фитоспорин-М	72,3	8,7	42,7	48,1
3.	Алирин-Б	72,5	9,1	43,0	48,4
4.	Фитоспорин-М + Алирин-Б	74,6	9,4	45,4	50,0

Погодные условия вегетационного периода влияют на фенотип растений озимой пшеницы, формируя их высоту в зависимости от водного и температурного режимов.

Как показывают данные таблицы 4, в среднем за два года микробные препараты не оказывали существенного влияния на высоту растений озимой пшеницы при их раздельном применении. Ее изменения находились в пределах ошибки опыта и составили по сорту Дон 93 – 0,5-1 см и по сорту Победа 50 – 0,3-0,5 см. При их совмещении в баковой смеси (4 вариант) высота растений увеличивалась на 2,0-2,6 см. Наиболее отзывчивой на применение смеси Фитоспорин-М + Алирин-Б оказался сорт Победа 50, высота растений на котором достигала 74,6 см. Сам показатель высоты растений оставался характерным для каждого сорта.

В наших исследованиях показатель длины колоса также находился в генетической зависимости. Так, у сорта Дон 93 формировались колосья, длина которых составила 9,0-9,7 см., что было на 0,3-0,6 см больше сорта Победа 50. Использование микробных препаратов также не оказывало существенного влияния на данный показатель. Длина колосьев сорта Дон 93 при использовании микробных препаратов увеличивалась на 0,3-0,7 см в сравнении с контролем, а у сорта Победа 50 – на 0,2-0,4 см или на 3,3-7,8 и 2,4-10,6%, соответственно. Наибольший эффект от применения микробных препаратов отмечался на 4 варианте (Фитоспорин-М + Алирин-Б) – 9,7 и 9,4 см, что было выше других вариантов с раздельным применением биопрепаратов на 2,1-16,2 и 4,6-8,1% соответственно по сортам.

Микробные препараты в различной степени оказали влияние на такой показатель структуры урожая, как число зерен в колосе. При их применении формировались колосья с количеством зерен в них от 38,5 до 45,4 шт., превысив контроль (без применения биопрепаратов) на 1,1-10,2%. Максимальное число зерен в колосе отмечалось с использованием в баковой смеси биофунгицидов Фитоспорин-М и Алирин-Б – 42,5 и 45,4 шт. Это было выше вариантов с их раздельным применением на 3,2-10,4 и 5,6-6,3% соответственно по сортам.

Несмотря на меньшую длину колоса, у сорта Победа 50 формировалось на 1,8-4,2 шт. или на 4,4-10,9% большее количество зерен в колосе в сравнении с сортом Дон 93.

В наших исследованиях показатель массы 1000 зерен находился в пределах 46,5...50,0 г. Наименьший абсолютный вес был на контрольном варианте – 46,5-47,5 г. Раздельное применение микробных препаратов способствовало увеличению их веса на 0,5-0,9 г или на 1,1-1,9%. Их совмещение в баковой смеси увеличивало вес на 1,9-2,5 г в сравнении с контролем и на 2,8-4,0%, в сравнении с отдельным использованием.

При рассмотрении данного показателя наблюдались и сортовые различия. У сорта озимой пшеницы Победа 50 масса 1000 зерен составила 47,5-50,0 г, превысив сорт Дон 93 на 1,0-1,6 г или на 2,2-3,3%.

Рассмотрев использование микробных препаратов и их баковой смеси на элементы структуры урожая, следует отметить, что, подавление активности фитопатогенов приводит к повышению показателей продуктивности культуры. Как показали наши исследования, наилучшие результаты структуры урожая озимой пшеницы были при совместном применении препаратов Фитоспорин-М и Алирин-Б, увеличивая показатели продуктивности более 11%.

Конечное выражение взаимодействия сельскохозяйственных растений, почвы и удобрений – величина урожая. В связи с этим при оценке этих факторов основное внимание уделяется урожаю, как основному объективному показателю.

Проведенные опыты показали высокую эффективность микробных препаратов на продуктивность озимой пшеницы (табл. 5).

Самая низкая продуктивность отмечалась на контрольном варианте – 3,21-3,24 т/га. Применение различных биопрепаратов и их смеси способствовало формированию урожая зерна в пределах 3,33...3,63 т/га, превышающего контроль на 3,7-12,0%. Максимальное количество урожая в опыте отмечалось в варианте с обработкой растений озимой пшеницы баковой смесью препаратов Фитоспорин-М и Алирин-Б и составило 3,59-3,63 т/га. На 3,4-3,5% ниже оказался третий вариант опыта (Алирин-Б) – 3,47-3,51 т/га, а на варианте с применением биологического препарата Фитоспорин-М продуктивность озимой пшеницы достигала 3,33-3,37 т/га, что ниже 3-го и 4-го вариантов на 4,2-7,8%.

**Таблица 5 – Влияние микробных препаратов на продуктивность озимой пшеницы (ср. за 2020-2021 гг.)**

Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Дон 93			
1. Контроль	3,21	–	–
2. Фитоспорин-М	3,33	+ 0,12	3,7
3. Алирин-Б	3,47	+ 0,26	8,1
4. Фитоспорин-М + Алирин-Б	3,59	+ 0,38	11,8
НСР <sub>05</sub> , т/га	0,11		
Победа 50			
1. Контроль	3,24	–	–
2. Фитоспорин-М	3,37	+ 0,13	4,0
3. Алирин-Б	3,51	+ 0,27	8,3
4. Фитоспорин-М + Алирин-Б	3,63	+ 0,39	12,0
НСР <sub>05</sub> , т/га	0,12		

Максимальная продуктивность сорта Дон 93 отмечалась на варианте при совместном использовании препаратов биологического происхождения Фитоспорин-М и Алирин-Б и составила 3,59 т/га, что выше других вариантов опыта с применением биопрепаратов на 0,12-0,26 т/га. Применение биофунгицидов на 2-м и 3-м вариантах также способствовало увеличению продуктивности сорта и превысило вариант без обработки (контроль) по данному показателю на 0,12 и 0,26 т/га или на 3,7 и 8,1 % соответственно.

Урожай зерна сорта озимой мягкой пшеницы Победа 50 находился в пределах 3,24...3,63 т/га. Прибавка урожая по всем вариантам в сравнении с контролем составила 0,13-0,39 т/га или 4,0-12,0%. Наибольшая продуктивность отмечалась при использовании микробных препаратов Фитоспорин-М Алирин-Б в баковой смеси и составила 3,63 т/га, превысив варианты с применением других биофунгицидов на 0,12-0,26/га или на 3,4-7,7%.

Сравнивая урожай зерна сортов озимой пшеницы, следует отметить, что сорт Победа 50 выделяется более высокой продуктивностью. Урожайность данного сорта на всех вариантах превышала Дон 93 на 1-1,1%.

Проведенный нами дисперсионный анализ урожайных данных показал, что варианты с применением микробных препаратов и их баковой смеси достоверно лучше, так как величина наименьшей существенной разности составляет 0,11 и 0,12 т/га.

**Заключение.** Таким образом, обосновывая все полученные результаты исследований, можно заключить, что из опытных вариантов наилучшими показателями устойчивости к фитопатогенам и продуктивности отличался вариант с применением баковой смеси биофунгицидов Фитоспорин-М и Алирин-Б. Следовательно, для улучшения фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы и получения стабильных урожаев рекомендуем применять вышеуказанную смесь препаратов в рекомендуемых дозах и сорт Победа 50.

#### Библиография

1. Паламарчук А.О. Распространение болезней пшеницы озимой в Украине / Паламарчук А.О., Рубежнюк И.Г., Чайка В.Н. // Биоресурсы и природопользование. 2018. Т. 10. № 3–4. С. 64–71.
2. Павлюшин В.А. Интегрированная защита озимой пшеницы / Павлюшин В.А., Долженко В.И., Шпанев А.М., Лептиев А.Б. и др. // Защита и карантин растений, 2015, № 5. С. 38–71.
3. Захаренко В.А., Воронов И.С. Особенности химизации в управлении фитосанитарным состоянием и продуктивностью сортовых агроэкосистем зерновых культур // Защита и карантин растений. 2017. № 9. С. 13–15.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и дополн. М. : Альянс, 2014. 351 с.
5. Методические рекомендации по оценке фитосанитарного состояния посевов зерновых культур при интенсивных технологиях возделывания / Баталова Т.С., Бенкен А.А., Воеводин А.В. и др., Л., 1985, 68 с.
6. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Под ред. В.И. Долженко. – СПб. : ВИЗР, 2009. – 378 с.
7. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2021 году и прогноз развития вредных объектов в 2022 году. Москва. 2022. 478 с.
8. Новикова И.И. Микробиологическая защита растений – основа фитосанитарной оптимизации агроэкосистем // Защита и карантин растений. 2017. № 4. С. 3–6.

#### References

1. Palamarchuk A.O. The spread of winter wheat diseases in Ukraine / Palamarchuk A.O., Rubezhnyak I.G., Chaika V.N. // Bioresources and nature management. 2018. Vol. 10. № 3–4. Pp. 64–71.
2. Pavlyushin V.A. Integrated protection of winter wheat / Pavlyushin V.A., Dolzhenko V.I., Shpanev A.M., Laptiev A.B. et al. // Protection and quarantine of plants, 2015, № 5. Pp. 38–71.
3. Zakharenko V.A., Voronov I.S. Features of chemicalization in the management of phytosanitary conditions and productivity of varietal agroecosystems of grain crops // Protection and quarantine of plants. 2017. № 9. Pp. 13–15.
4. Dospekhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). 5th ed., reprint. M. : Alliance, 2014. 351 p.
5. Methodological recommendations for assessing the phytosanitary condition of grain crops with intensive cultivation technologies / Batalova T.S., Benken A.A., Voevodin A.V. et al., L., 1985, 68 p.
6. Methodological guidelines for registration tests of fungicides in agriculture / Edited by V.I. Dolzhenko. – St. Petersburg : VIZR, 2009. – 378 p.

7. Review of the phytosanitary condition of agricultural crops in the Russian Federation in 2021 and forecast of the development of harmful objects in 2022. Moscow. 2022. 478 p.

8. Novikova I.I. Microbiological protection of plants – the basis of phytosanitary optimization of agroecosystems // Protection and quarantine of plants. 2017. № 4. Pp. 3–6.

#### **Сведения об авторах**

Базаева Лиана Михайловна, к.с.-х.н., доцент кафедры землеустройства и экологии, Горский ГАУ, 362040, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37, т. 8-918-823-39-22. E-mail: lianabazaeva@mail.ru.

Ханаева Дзерасса Каурбековна, к.с.-х.н., доцент кафедры землеустройства и экологии, Горский ГАУ, 362040, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37, т. 8-928-931-18-10. E-mail: dzerassa66@mail.ru.

Алборова Полина Владимировна, к.с.-х.н., доцент кафедры землеустройства и экологии, Горский ГАУ, 362040, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37, т. 8-928-855-19-77. E-mail: polinaalborova@mail.ru.

Козырев Асланбек Хасанович, д.с.-х.н., профессор кафедры землеустройства и экологии, Горский ГАУ, 362040, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37, т. 8-918-705-03-30. E-mail: ironlag@mail.ru.

Хетагуров Хетаг Муратович, д.б. н., профессор кафедры анатомии, физиологии и ботаники, Северо-Осетинский государственный университет, 362025, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Ватутина 44-46, т. 8-9188224382, E-mail: zaz81@inbox.ru.

#### **Information about authors**

Bazaeva Liana Mikhailovna, Cand. of Agri. Sci., associate professor of the Department of Land management and ecology, Gorsky State Agrarian University, 362040, Republik of North Ossetia-Alania, Vladikavkaz, Kirova str., 37, vol. 8-918-823-39-22. E-mail: lianabazaeva@mail.ru.

Khanaeva Dzerassa Kaurbekovna, Cand. of Agri. Sci., associate professor of the Department of Land management and ecology, Gorsky State Agrarian University, 362040, Republik of North Ossetia-Alania, Vladikavkaz, Kirova str., 37, vol. 8-928-931-18-10. E-mail: dzerassa66@mail.ru.

Alborova Polina Vladimirovna, Cand. of Agri. Sci., associate professor of the Department of Land management and ecology, Gorsky State Agrarian University, 362040, Republik of North Ossetia-Alania, Vladikavkaz, Kirova str., 37, vol. 8-928-855-19-77. E-mail: polinaalborova@mail.ru.

Kozyrev Aslanbek Khasanovich, Doct. of Agri. Sci., professor of the Department of Land management and ecology, Gorsky State Agrarian University, 362040, Republik of North Ossetia-Alania, Vladikavkaz, Kirova str., 37, vol. 8-918-705-03-30. E-mail: ironlag@mail.ru.

Khetagurov Khetag Muratovich, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Anatomy, Physiology and Botany, North Ossetian State University, 362025, Republik of North Ossetia-Alania, Vladikavkaz, 44-46 Vatutina str., vol. 8-9188224382, E-mail: zaz81@inbox.ru.

УДК 633.15:631.82

Г.О. Борисенко, В.В. Лоткова, В.Б. Азаров

### ПРОДУКТИВНОСТЬ НУТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА ЦЧЗ

**Аннотация.** Исследования проводили на черноземе типичном юго-западной части Центрально-Чернозёмного региона России на территории землепользования агрохолдинга «Рус-Агро». В качестве факторов опыта выступали минеральные удобрения в различных дозах и сочетаниях, обработка посевов молибденсодержащими препаратами, а также густота посевов, т.е. норма высева культуры нута. По результатам исследований установлено, что наименьшую урожайность показывали варианты опыта без применения минеральных удобрений, урожайность варьировалась от 1,25 т/га на варианте опыта с густотой 0,6 млн. шт./га до 1,4 т/га на варианте с густотой 1,0 млн. шт./га. Варианты опыта с применением удобрений N46P57K55 показывали рост урожайности в среднем по сравнению с контролем на 15% или 0,23 т/га до 1,64 т/га. Увеличение густоты с 0,6 млн. шт./га до 1,0 млн. шт./га. на вариантах с применением N46P57K55 увеличивало урожайность на 0,16 т/га с 1,48 т/га до 1,70 т/га. Максимальную прибавку урожая показал вариант с применением двойной дозы удобрений N58P114K110 + MO, в среднем по сравнению с контролем на 24% или 0,42 т/га до 1,84 т/га и на 9% или 0,16 т/га больше по сравнению с аналогичным вариантом без применения листовых подкормок. Увеличение густоты с 0,6 млн. шт./га до 1,0 млн. шт./га. на вариантах с применением N58P114K110 + MO увеличивало урожайность на 0,19 т/га с 1,65 т/га до 1,84 т/га.

**Ключевые слова:** нут, удобрения, молибден, качество зерна, продуктивность.

### CHICKPEA PRODUCTIVITY WITH VARIOUS CULTIVATION TECHNOLOGIES IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH-WEST OF THE CENTRAL AGRICULTURAL DISTRICT

**Abstract.** The research was carried out on chernozem typical of the southwestern part of the Central Chernozem region of Russia on the land use territory of the agricultural holding «Рус-Агро». The factors of the experiment were mineral fertilizers in various doses and combinations, treatment of crops with molybdenum-containing preparations, as well as the density of crops, i.e. the seeding rate of chickpea culture. According to the research results, it was found that the lowest yield was shown by the variants of the experiment without the use of mineral fertilizers, the yield varied from 1.25 t/ha on the variant of the experiment with a density of 0.6 million units/ha up to 1.4 t/ha on the variant with a density of 1.0 million units/ha. Variants of the experiment with the use of fertilizers N46P57K55 showed an increase in yield on average compared to the control by 15% or 0.23 t/ha to 1.64 t/ha. Increase in density from 0.6 million units/ha to 1.0 million units/ha. on variants using N46P57K55, it increased the yield by 0.16 t/ha from 1.48 t/ha to 1.70 t/ha. The maximum yield increase was shown by the variant with the use of a double dose of fertilizers N58P114K110 + MO, on average, compared with the control by 24% or 0.42 t/ha to 1.84 t/ha and by 9% or 0.16 t/ha more compared with the similar variant without the use of leaf fertilizing. Increase in density from 0.6 million units/ha to 1.0 million units/ha. on variants using N58P114K110 + MO, it increased the yield by 0.19 t/ha from 1.65 t/ha to 1.84 t/ha.

**Keywords:** chickpeas, fertilizers, molybdenum, grain quality, productivity.

**Введение.** Одной из сельскохозяйственных культур, которая способна в условиях глобального изменения климата обеспечить устойчивые урожаи зерна с высоким содержанием продовольственного белка – является нут [1]. В настоящее время вопросы, связанные с обеспеченностью белком, должны решаться не только за счет увеличения площади и объемов выращенной продукции зерновых и бобовых культур, а также с учетом концепции рационального природопользования, целью которой является оптимизация землепользования, биологизация земледелия, совершенствование технологий выращивания, использование новых сортов и гибридов культур, а также мелиорации земель [2, 3].

Нут – одна из самых засухоустойчивых зернобобовых культур, посевная площадь которой с каждым годом увеличивается. Культура выращивается в более чем 30 странах мира, занимая третье место среди зернобобовых, уступая только сое и фасолу [4, 5]. В современных условиях хозяйствования, где сельскохозяйственные предприятия не придерживаются севооборотов, отказываясь от выращивания бобовых культур, применяют несовершенную технику и технологии, происходит резкое снижение продуктивности пахотных земель [5, 6, 7]. Одним из путей улучшения данной ситуации является внедрение в производство нута, что является одним из способов повышения плодородия почвы, решения проблем производства кормового и пищевого белка и становления экономической стабильности хозяйств. Использование нута позволяет рационально построить севооборот, особенно в южной зоне Белгородской области, где в условиях ограниченного природного обеспечения влагой становится особенно актуально. Поэтому исследование приемов возделывания нута даст возможность создать и внедрить в производство рациональные севообороты, улучшить агроэкологическое состояние почв, улучшить экологическое состояние агроценозов, а также повысить экономическую независимость предприятий. Реализация указанных мероприятий позволит оставить следующим поколениям высокопродуктивные и сбалансированные агроценозы в состоянии, наиболее пригодном для получения продуктов питания и сырья для промышленности. Впервые в условиях юго-востока Белгородской области доказана обусловленность биологии и потенциала растений нута, зависимость от минерального питания и агротехнических приемов возделывания, а также предпосевной обработки семян нута инокулянтами для активации симбиотической активности и исследования биологических процессов растений нута.

**Цели и задачи.** Целью работы было разработать элементы технологии выращивания зерна нута в условиях юго-востока Белгородской области, что гарантирует получение сельскохозяйственным товаропроизводителем высокого и качественного урожая культуры на фоне улучшения физических свойств, мелиоративного состояния и повышения плодородия почвы.

Задачи исследований:

1. Выявить влияние доз минеральных удобрений на формирование урожайности зерна нута.
2. Определить содержание элементов питания в почве до посева и до уборки нута, содержание легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия.
3. Определить содержание элементов питания в основной и побочной продукции, влажность, сухое вещество, нитратный азот.

4. Определить особенности роста и развития растений нута при различных фонах удобрённости и разных нормах высева.
5. Определить уровень урожайности зерна и его качество в зависимости от исследуемых факторов.
6. Вычислить экономическую и энергетическую эффективность выращивания зерна нута в зависимости от исследуемых факторов.

**Материалы и методы.** В основу разработки методики и проведения исследований положены общепринятые методы по проведению полевых опытов (методика государственного сортоиспытания, действующие ГОСТы и сертифицированные методики), а также методические рекомендации, разработанные в лаборатории земледелия и растениеводства агрономического факультета в предыдущие годы.

Основной метод исследования – полевой опыт.

Исследования будут проводиться на базе ООО «Русагро-Инвест» ПО Закутское.

Почва опытного участка – чернозем типичный глинистый слабоэродированный на лессовидном суглинке.

Схема опыта

1. Фактор А
  - 1) Контроль
  - 2) NPK 46:57:55
  - 3) NPK 46:57:55 + Mo
  - 4) NPK 58:114:110
  - 5) NPK 58:114:110 + Mo
2. Фактор Б
  - 1) 0,6 млн.шт/га
  - 2) 0,8 млн.шт/га
  - 3) 1,0 млн.шт/га

Поле для опытного участка расположено на прямом без поперечных уклонов склоне с уклоном 2 градуса северной экспозиции. Предшественник озимая пшеница. После уборки предшественника для разложения соломы была проведена обработка Биодиструктором Стернифаг – 0,04 кг/га в баковой смеси с КАС32 40 кг/га, с последующей заделкой дисковой бороной Amazone Catros.

Основная обработка почвы проводится орудием для безотвального рыхления Horsh Tiger-6LT согласно схеме опыта.

Удобрения вносятся на глубину 10-12см агрегатом для локального внесения удобрений на базе Horsh Tiger-6LT и Burgo согласно схеме опыта.

Семена протравливаются на стационарном протравочном комплексе.

Посев осуществляется сеялкой Horsh – Pronto на глубину 3-4см согласно схеме.

Обработка посевов средствами защиты растений – самоходным опрыскивателем DD4730 с шириной захвата 30 м.

Уборка предусматривается комбайном Winterstiger Delta.

**Результаты и обсуждение.** Основным фактором формирования высокого и качественного урожая зерна нута в условиях юго-запада Центрально-черноземной зоны является применение минеральных удобрений и формирование оптимальной густоты стояния растений. Так, из полученных экспериментальным путем данных видно, что все изучаемые факторы существенно повлияли на величину урожая зерна нута.

Наименьшую урожайность показывали варианты опыта без применения минеральных удобрений, урожайность варьировалась от 1,25 т/га на варианте опыта с густотой 0,6 млн. шт./га до 1,4 т/га на варианте с густотой 1,0 млн. шт./га. На вариантах без применения удобрений увеличение густоты с 0,6 млн. шт./га до 0,8 млн. шт./га. повышало урожайность на 8%, а увеличение густоты с 0,8 млн. шт./га до 1,0 млн. шт./га на 2%.

Варианты опыта с применением удобрений N46P57K55 показывали рост урожайности в среднем по сравнению с контролем на 15% или 0,23 т/га до 1,64 т/га. Увеличение густоты с 0,6 млн. шт./га до 1,0 млн. шт./га. на вариантах с применением N46P57K55 увеличивало урожайность на 0,16 т/га с 1,48 т/га до 1,70 т/га.

**Таблица 1 – Урожайность зерна нута в зависимости от исследуемых факторов, т/га**

Фон питания (Фактор А)	Густота (Фактор В) млн. шт./га	Годы исследования		В среднем за 2 года
		2019	2020	
Без удобрений	0,6	1,37	1,13	1,25
	0,8	1,42	1,31	1,36
	1	1,41	1,38	1,40
N46P57K55	0,6	1,70	1,26	1,48
	0,8	1,72	1,46	1,59
	1	1,74	1,55	1,64
N46P57K55 +MO	0,6	1,91	1,32	1,62
	0,8	1,93	1,53	1,73
	1	1,96	1,61	1,78
N58P114K110	0,6	1,71	1,29	1,50
	0,8	1,72	1,49	1,60
	1	1,74	1,61	1,67
N58P114K110 +MO	0,6	1,95	1,35	1,65
	0,8	1,95	1,60	1,78
	1	1,96	1,72	1,84
	HCP <sub>05</sub> , т/га	0,036	0,043	

Варианты опыта с применением двойной дозы удобрений N58P114K110 так же, как и варианты с применением одинарной дозы удобрений N46P57K55 показывали значительную прибавку урожая по сравнению с контролем в 0,17 т/га, однако существенных различий в урожайности между двойным и одинарным внесением удобрений нет, значения урожайности находятся в пределах погрешности опыта. Увеличение густоты с 0,6 млн. шт./га до 1,0 млн. шт./га. на вариантах с применением N58P114K110 увеличивало урожайность на 0,17 т/га с 1,50 т/га до 1,67 т/га.

Варианты опыта с применением удобрений N46P57K55 + МО показывали высокий прирост урожайности в среднем по сравнению с контролем на 22% или 0,37 т/га до 1,78 т/га и на 8% или 0,14 т/га больше по сравнению с аналогичным вариантом без применения листовых подкормок. Увеличение густоты с 0,6 млн. шт./га до 1,0 млн. шт./га. на вариантах с применением N46P57K55 + МО, увеличивало урожайность на 0,17 т/га с 1,62 т/га до 1,78 т/га.

Максимальную прибавку урожая показал вариант с применением двойной дозы удобрений N58P114K110 + МО, в среднем по сравнению с контролем на 24% или 0,42 т/га до 1,84 т/га и на 9% или 0,16 т/га больше по сравнению с аналогичным вариантом без применения листовых подкормок. Увеличение густоты с 0,6 млн. шт./га до 1,0 млн. шт./га. на вариантах с применением N58P114K110 + МО увеличивало урожайность на 0,19 т/га с 1,65 т/га до 1,84 т/га.

Варианты опыта с применением листовой подкормки молибденом и двойной дозы удобрений (N58P114K110 + МО) так же, как и варианты с применением одинарной дозы удобрений (N46P57K55 + МО) показывали значительную прибавку урожая по сравнению с контролем в 0,37 т/га и 0,42 т/га, однако существенные различия в урожайности между двойным и одинарным внесением удобрений имеются только в вариантах с густотой 0,8 млн. шт./га и 1 млн. шт./га. 0,05 и 0,06 т/га соответственно, в варианте с густотой 0,6 млн. шт./га. различия в урожайности не существенны.

Размер или, как его называют, «калибр», зерна нута является одним из главных факторов, определяющим стоимость нута на мировом рынке. Поэтому выращивание культуры с максимальными размерами и весом является одной из главных задач наряду с повышением урожая. В проведенных исследованиях масса 1000 зерен в первую очередь определялась генетическими особенностями культуры, а также минеральным питанием в различных вариантах опыта. Массы 1000 зерен нута в различных вариантах опыта варьировалась от 221 до 249 г, разница составляла 11%.

Мощным фактором изменения величины зерна нута являются минеральные удобрения. Это видно на примере контроля, где минеральные удобрения не вносились, и удобренных вариантов. Выращивание нута на естественном фоне плодородия обеспечивало формирование наименьшей массы 1000 зерен, которая составляла, в среднем 231 г на варианте с густотой 1,0 млн. шт./га. и 239 г на варианте с густотой 0,6 млн. шт./га – разница составляет 3%.

**Таблица 2 – Масса 1000 зерен в зависимости от исследуемых факторов, г**

Фон питания (Фактор А)	Густота (Фактор В) млн. шт./га	Годы исследования		В среднем за 2 года
		2019	2020	
Без удобрений	0,6	234	225	230
N46P57K55		242	229	236
N46P57K55 +МО		245	235	240
N58P114K110		245	234	240
N58P114K110 +МО		250	239	245
Без удобрений	0,8	233	221	227
N46P57K55		237	226	232
N46P57K55 +МО		240	231	236
N58P114K110		241	231	236
N58P114K110 +МО		245	237	241
Без удобрений	1	230	216	223
N46P57K55		234	221	228
N46P57K55 +МО		238	226	232
N58P114K110		237	227	232
N58P114K110 +МО		240	231	236
	НСР <sub>05</sub> , г	2,23	1,41	

Внесение удобрений в дозе N46P57K55 позволило сформироваться большей по сравнению с контролем массе 1000 зерен на 3% или 7 г, а увеличение дозы до N58P114K110 – на 5% или 12 г.

Внесение удобрений в дозе N46P57K55 + МО, по сравнению с аналогичным вариантом без листовой подкормки показывало увеличение массы 1000 зерен на 4% или на 9 г, а по сравнению с контролем масса 1000 зерен увеличивалась на 7% или 16 г.

Внесение удобрений в дозе N58P114K110 + МО, по сравнению с аналогичным вариантом без листовой подкормки показывало увеличение массы 1000 зерен на 4% или на 10 г, а по сравнению с контролем масса 1000 зерен увеличивалась на 9% или 21 г.

Конкурентная борьба между растениями негативно сказывается на массе 1000 зерен, во всех вариантах опыта с увеличением густоты с 0,6 млн. шт./га до 0,8 млн. шт./га. и с 0,8 млн. шт./га до 1,0 млн. шт./га. масса 1000 зерен снижалась в среднем на 5 г от варианта к варианту. Максимальная масса 1000 зерен наблюдалась на вариантах с густотой 0,6 млн. шт./га.

Важными показателями качества зерна нута является содержание жиров, углеводов, клетчатки и, особенно, белка. В зерне нута содержится углеводов 43-66%, жира – 4,7-8,2%, клетчатки – 6-9%, а в зеленой массе – высокое содержание щавелевой кислоты.

Ценность белка нута заключается в том, что он близок к животному, а его содержание в зерне колеблется от 18-29%, у некоторых сортов содержание белка доходит до 32,3%. Нут по содержанию белка уступает только сое, превосходит при

этом фасоль, чечевицу и горох от 3 до 7%, а суммарное количество незаменимых аминокислот в белке составляет 41,53% от их общего количества.

Содержание белка в зерне, в основном, зависит от сортовых особенностей, однако полученные данные в ходе проводимого исследования показывают, что содержание белка в зерне нута существенно зависит от изучаемых факторов.

**Таблица 3 – Содержание белка в зерне нута в зависимости от исследуемых факторов, %**

Фон питания (Фактор А)	Густота (Фактор В) млн. шт./га	Годы исследования		В среднем за 2 года
		2019	2020	
Без удобрений	0,6	20,2	19,3	19,7
N46P57K55		23,8	23,6	23,7
N46P57K55 +MO		26,6	26,7	26,6
N58P114K110		24,6	24,2	24,4
N58P114K110 +MO		27,0	27,0	27,0
Без удобрений	0,8	19,4	18,6	19,0
N46P57K55		23,0	22,7	22,9
N46P57K55 +MO		25,3	25,0	25,1
N58P114K110		23,4	23,2	23,3
N58P114K110 +MO		25,6	25,4	25,5
Без удобрений	1	17,8	17,0	17,4
N46P57K55		20,8	20,4	20,6
N46P57K55 +MO		23,9	23,6	23,8
N58P114K110		21,2	20,9	21,0
N58P114K110 +MO		24,4	24,2	24,3
	НСР05, %	0,38	0,36	

Увеличение количества внесенных питательных веществ влияло на содержание белка в зерне нута. Наименьшее содержание белка было получено на контроле, где содержание варьировалось от 17,4 до 19,7%. Внесение удобрений в дозе N46P57K55 увеличило содержание белка в зерне по сравнению с контролем в среднем на 3,7% – до 22,4%, а при проведении листовой подкормки молибденом – на 6,5% – до 25,2%. Внесение удобрений в дозе N58P114K110 увеличило содержание белка в зерне по сравнению с контролем в среднем на 4,2% – до 22,9%. Максимальное содержание белка в зерне нута было отмечено при внесении минеральных удобрений в N58P114K110 + MO, прибавка составила 6,9% белка – до 25,6%.

**Заключение.** На формирование урожайности и качества культуры влияет количество растений на площади. Посев нута с густотой стояния растений 0,6 млн. шт./га создал лучшие условия для формирования более качественного урожая зерна. Содержание белка в этих условиях было самым высоким, данный показатель различался по вариантам от 19,7% на естественном фоне (контроль) до 27% на вариантах с применением удобрений. Загущённые посевы до 1,0 млн. шт./га изменяли площадь и форму питания растений, что приводит к ухудшению качественных показателей. Наименьшее содержание белка в зерне нута было при максимальной густоте стояния на естественном фоне питания – 17,4%.

#### Библиография

1. Зотиков, В.И. Современное состояние отрасли зернобобовых и крупяных культур в России / В.И. Зотиков, Т.С. Наумкина, В.С. Сидоренко // Вестник Орел ГАУ. – 2006. – Выпуск 1. – С. 14–17.
2. Родионов В.Я., Клостер Н.И. Удобрения в современном земледелии / В.Я. Родионов. – Белгород, 2013. – 213 с.
3. Ионов, Д.Ф. Тенденции изменения удельного веса гороха и нута в формировании структуры посевных площадей сельскохозяйственных культур в регионе / Д.Ф. Ионов // Успехи современной науки. – 2015. – № 5. – С. 31–34.
4. Турьянский А.В. и др. Технологический регламент возделывания основных сельскохозяйственных культур в Белгородской области / А.В. Турьянский. Белгород. 2012. 687 с.
5. Лукин С.В. Экологические проблемы и пути их решения в земледелии Белгородской области. Белгород. Крестьянское дело, 2004. 164 с.
6. Лоткова, В.В. Перспективы внедрения приёмов биологизации в земледелие Белгородской области / В.В. Лоткова, В.Б. Азаров // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия : Сборник докладов XVII Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева», Курск, 27–29 апреля 2022 года. – Курск : Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Курский федеральный аграрный научный центр», 2022. – С. 159–164.
7. Муравьев, А.А. Урожайность нута в зависимости от агротехнических приемов / А.А. Муравьев, И.С. Муравьева // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2023. – № 1 (37). – С. 72–78.

#### References

1. Zotikov, V.I. The current state of the industry of legumes and cereals in Russia / V.I. Zotikov, T.S. Naumkina, B.C. Sidorenko // Bulletin of the Eagle GAU. – 2006. – Issue 1. – Pp. 14–17.
2. Rodionov V.Ya., Kloster N.I. Fertilizers in modern agriculture / V.Ya. Rodionov. – Belgorod, 2013. – 213 p.
3. Ionov, D.F. Trends in the specific gravity of peas and chickpeas in the formation of the structure of sown areas of agricultural crops in the region / D.F. Ionov // Successes of modern science. – 2015. – № 5. – Pp. 31–34.
4. Turyansky A.V. et al. Technological regulations for the cultivation of basic agricultural crops in the Belgorod region / A.V. Turyansky. Belgorod. 2012. 687 p.

5. Lukin S.V. Ecological problems and ways of their solution in agriculture of the Belgorod region. Belgorod. Peasant business, 2004. 164 p.
6. Lotkova, V.V. Prospects for the introduction of biologization techniques in agriculture of the Belgorod region / V.V. Lotkova, V.B. Azarov // Actual problems of soil science, ecology and agriculture : Collection of reports of the XVII International Scientific and Practical Conference of the Kursk branch of the NGO «Society of Soil Scientists named after V.V. Dokuchaev», Kursk, April 27-29, 2022. – Kursk : Federal State Budgetary Scientific Institution «Kursk Federal Agrarian Scientific Center», 2022. – Pp. 159–164.
7. Muravyov, A.A. Chickpea yield depending on agrotechnical practices / A.A. Muravyov, I.S. Muravyova // Innovations in the agro-industrial complex: problems and prospects. – 2023. – № 1 (37). – Pp. 72–78.

#### **Сведения об авторах**

Борисенко Григорий Олегович, аспирант, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: BorisenkoGO@mail.ru.

Лоткова Виктория Викторовна, магистрантка агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: lotkova2001@mail.ru.

Азаров Владимир Борисович, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: azarov.v.b@mail.ru.

#### **Information about authors**

Borisenko Grigory Olegovich, graduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: BorisenkoGO@mail.ru.

Lotkova Victoria Viktorovna, master's student at the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: lotkova2001@mail.ru.

Azarov Vladimir Borisovich, Professor, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maysky settlement, Belgorod district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: azarov.v.b@mail.ru.

УДК 631.417.1:631.417.2

*В.В. Горбунов, В.В. Лоткова, В.Б. Азаров*

### ДИНАМИКА ЗАПАСОВ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА ПРИ РАЗЛИЧНОМ УРОВНЕ ПИТАНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ЦЧР

**Аннотация.** В Центральном-Чернозёмном регионе проведены полевые опыты по изучению влияния различных азотных подкормок на изменение показателей содержания в почве минерального азота под посевами сахарной свёклы. В качестве факторов опыта выступали два способа основной обработки почвы и 8 уровней удобрения. На контроле запасы минерального азота в слое 0-20 см находились на низком уровне вне зависимости от способа основной обработки почв и составляли 24-29 кг/га. Иная картина складывается при введении в технологию возделывания сахарной свёклы минеральных удобрений в дозе N<sub>50</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>. Это способствовало увеличению запасов азота на этих вариантах в 2-2,5 раза со значительным преимуществом мелкой поверхностной обработки почвы. При однократном внесении после посева аммиачной селитры запасы азота в верхнем слое почвы составили в конце августа 43-53 кг/га, а при использовании КАС по вегетации они увеличиваются до 77-94 кг/га. Содержание азота при первом сроке отбора в слое 0-20 см при мелкой обработке на всех удобренных вариантах почти в 2 раза выше аналогичных вариантов со вспашкой. Во второй срок отбора запасы минерального азота при мелкой обработке почвы в слое 0-20 см достигают 155 кг/га. В третий срок отбора лимитирующим фактором является наличие второй подкормки карбамидно-аммиачной смесью. На этих вариантах запасы минерального азота в конце августа в поверхностном слое почвы достигают величин 100 кг/га, что представляется избыточным на этом этапе вегетации сахарной свёклы.

**Ключевые слова:** минеральный азот, плодородие почвы, сахарная свёкла, чернозём, обработка почвы, удобрения.

### DYNAMICS OF MINERAL NITROGEN RESERVES AT DIFFERENT LEVELS OF MINERAL NUTRITION OF SUGAR BEET IN THE CDR

**Abstract.** In the Central Chernozem region, field experiments were conducted to study the effect of various nitrogen fertilizing on changes in the content of mineral nitrogen in the soil under sugar beet crops. Two methods of basic tillage and 8 levels of fertilization were used as experience factors. At the control, the reserves of mineral nitrogen in the 0-20 cm layer were at a low level regardless of the method of basic soil treatment and amounted to 24-29 kg/ha. A different picture develops when mineral fertilizers are introduced into the technology of sugar beet cultivation at a dose of N<sub>50</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>. This contributed to an increase in nitrogen reserves in these variants by 2-2.5 times with a significant advantage of shallow surface tillage. With a single application after sowing ammonium nitrate, nitrogen reserves in the upper layer of the soil amounted to 43-53 kg/ha at the end of August, and when using CAS for vegetation, they increase to 77-94 kg/ha. The nitrogen content at the first sampling period in a layer of 0-20 cm with fine processing on all fertilized variants is almost 2 times higher than similar variants with plowing. In the second period of selection, the reserves of mineral nitrogen during shallow tillage in a layer of 0-20 cm reach 155 kg/ha. In the third selection period, the limiting factor is the presence of a second top dressing with a carbamide-ammonia mixture. In these variants, the reserves of mineral nitrogen in the surface layer of the soil at the end of August reach values of 100 kg/ha, which seems excessive at this stage of the sugar beet vegetation.

**Keywords:** mineral nitrogen, soil fertility, sugar beet, chernozem, tillage, fertilizers.

**Введение.** В Центральном-Чернозёмном регионе России при возделывании основных сельскохозяйственных культур в первом минимуме находится азот [1]. Обеспечение растений доступными формами азота является основной составляющей получения высоких стабильных урожаев сельскохозяйственных культур [2]. Сахарная свёкла является одной из самых требовательных к минеральному питанию культур, отчуждая с урожаем значительное количество питательных веществ, требующих восполнения [3, 4]. Потребление растениями сахарной свёклы азота происходит в течение вегетации неравномерно и поэтому необходимо обеспечить поступление этого элемента в определённый промежуток времени в достаточных количествах. Эту проблему можно решить, внося азотные удобрения дробно, т.е. с переносом части общей дозы внесения на весенний период в виде подкормок [5, 6]. В Центральном-Чернозёмной зоне этот агроприём не нашёл широкого применения ввиду недостаточной изученности и отсутствия научно-обоснованных рекомендаций, касающихся применения азотных минеральных удобрений на посевах сахарной свёклы. Мы в своих исследованиях попытались выявить оптимальные параметры использования азотных подкормок путём проведения полевых экспериментов и определения динамики запасов минерального азота в почве при различных вариантах агротехнологий возделывания сахарной свёклы.

**Цели и задачи.** Главной целью наших исследований являлось установление зависимости запасов минерального азота от уровня азотного питания сахарной свёклы и определение динамики этого показателя на разных глубинах от использования различных вариантов азотной подкормки. Для достижения цели исследования мы определили запасы минерального азота в верхнем 20-сантиметровом слое почвы и в нижележащем по трём срокам отбора, характеризующимися критическим потреблением этого элемента вегетирующими растениями сахарной свёклы.

**Материалы и методы.** Экспериментальные исследования проводились в юго-западной части Центрального-Чернозёмного региона России на опытном поле, расположенном в границах территории землепользования ООО «Заречье» Грайворонского района Белгородской области.

В полевом опыте по разработке научных основ применения азотных удобрений на сахарной свёкле изучались два способа обработки почвы – отвальная глубокая классическим плугом с полным оборотом пласта на глубину 27-30 см и мелкая с глубиной воздействия 12-15 см с сохранением чередования слоёв почвы с их перемешиванием.

На два варианта основной обработки почвы накладываются 8 вариантов удобрения.

Схема опыта с удобрениями представлена следующими вариантами:

1. Контроль.
2. N<sub>50</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>.
3. N<sub>50</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub> + N<sub>35</sub>.
4. N<sub>50</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub> + N<sub>35</sub> + N<sub>32</sub>.

5.  $N_{50}P_{130}K_{130} + N_{35} + N_{64}$ .
6.  $N_{50}P_{130}K_{130} + N_{70}$ .
7.  $N_{50}P_{130}K_{130} + N_{70} + N_{32}$ .
8.  $N_{50}P_{130}K_{130} + N_{70} + N_{64}$ .

Удобрения вносили в форме диаммофоски осенью под основную обработку почвы, под весеннюю культивацию – аммонийную селитру и в подкормку в период вегетации применяли карбамидно-аммиачную смесь (КАС).

Севооборот, реализуемый в хозяйстве, имеет следующее чередование культур:

1. Соя.
2. Озимая пшеница.
3. Сахарная свёкла.
4. Ячмень, яровая пшеница, гречиха.
5. Кукуруза на зерно.
6. Подсолнечник.

Опыт проводился на третьей культуре севообороте – сахарной свёкле. За трехлетний период исследований сахарная свёкла располагалась на полях, расположенных в пределах 3–4 км друг от друга и имеющих сходную агрохимическую характеристику, представленную выше.

Расположение делянок в опыте систематическое. Размер элементарной делянки – 100 м<sup>2</sup> (4 x 25 м). повторность трехкратная. Защитный коридор между блоками делянок составлял 10 м для удобства разворота сельскохозяйственной техники и во избежание краевого эффекта при действии факторов опыта.

**Результаты и обсуждение.** В условиях Центрально-Чернозёмного региона России при возделывании сельскохозяйственных культур главным питательным элементом, обеспечивающим гарантированную прибавку продуктивности, является азот. Азотные соединения в почве главным образом представлены аммонийными и, в большей степени, нитратными формами. Данные соединения легко растворимы в почвенной влаге, стабильно усваиваются корневой системой растений и широко мигрируют по профилю почвы в зависимости от времени года и почвенно-климатических условий. Для растений сахарной свёклы азотное питание должно быть оптимальным на начальном этапе вегетации для закладки фундамента будущего урожая.

Мы в своих исследованиях определяли содержание минерального азота (суммы нитратного и аммонийного) в три срока, которые являются контрастными точками отсчёта для определения уровня обеспеченности растений сахарной свёклы азотным питанием. Первый срок отбора определён нами перед посевом сахарной свёклы во второй декаде апреля. Следующее время отбора почвенных образцов совпадает с периодом максимального потребления сахарной свёклы азота – конец июня - начало июля. И заключительное значение запасов минерального азота в почве установлено во второй половине августа, когда физиологические процессы в растениях имеют тенденцию к уменьшению интенсивности.

Поскольку в качестве факторов опыта выступают разноглубинные способы обработки почвы программой исследований предусмотрено определение запасов минерального азота в почве в двух слоях – верхнем (0-20 см) и нижнем (20-40 см) для возможности определения характера распределения азотных соединений по профилю почвы.

Как показали результаты лабораторных анализов почвенных образцов, запасы минерального азота в верхнем слое почвы по первому сроку отбора до посева сахарной свёклы существенно различались в зависимости от способа обработки почвы и уровня удобрения. На контроле без применения удобрений запасы минерального азота в слое 0-20 см находились на низком уровне вне зависимости от способа основной обработки почв и составляли 24-29 кг/га. Иная картина складывается при введении в технологию возделывания сахарной свёклы минеральных удобрений в дозе  $N_{50}P_{130}K_{130}$ , внесённых под основную обработку почвы осенью. Действующее вещество азота удобрений, диссоциируя, перешло в почвенный раствор в основном в виде нитратов. Это способствовало увеличению запасов азота на этих вариантах в 2-2,5 раза со значительным преимуществом мелкой поверхностной обработки почвы (рис. 1).

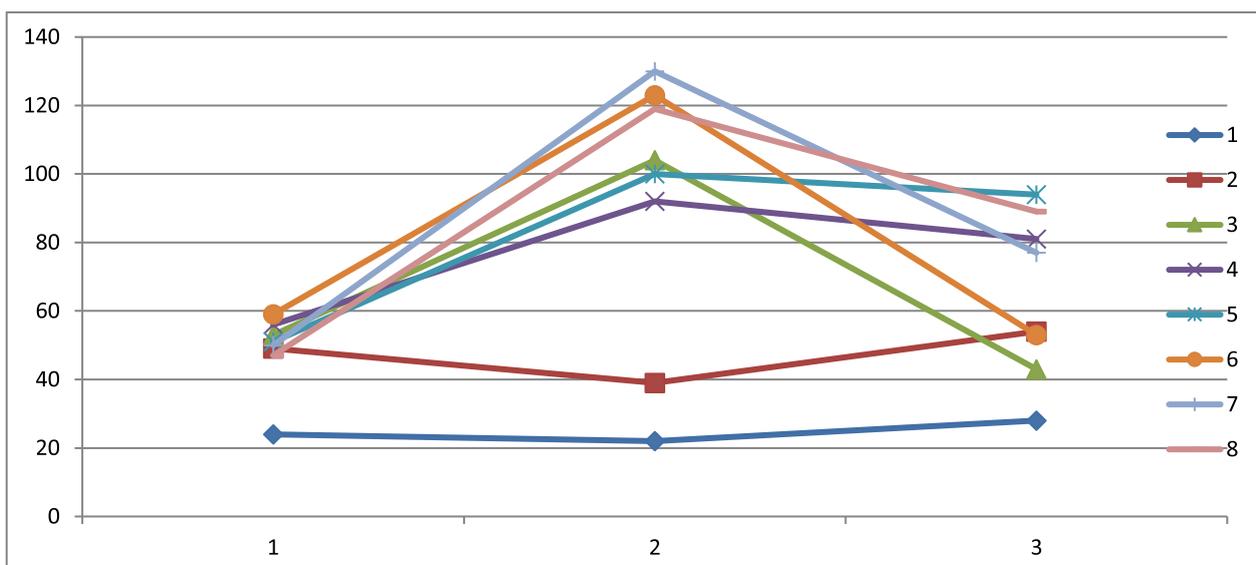


Рис. 1 – Запасы минерального азота в почве в зависимости от уровня удобрения на отвальной обработке в слое почвы 0-20 см

Анализируя показатели рисунка 1, мы можем отметить общую для всех вариантов опыта, предусматривающих использование минеральных удобрений в весенний период, тенденцию. Ко второму сроку отбора на всех удобренных по этой схеме делянках запасы минерального азота в слое 0-20 см значительно возросли. Этому факту, на наш взгляд, находится

объяснение в переходе азота из химических веществ минеральных удобрений в форму иона нитрата под воздействием внешних условий, главным образом влажности. Значительное количество минерального азота, внесённого поверхностно без заделки в почву, смывается атмосферными осадками в верхние горизонты почвы и учитывается при агрохимическом анализе. Величины в этом случае пропорциональны количеству внесённых удобрений. Так, при первой подкормке  $N_{30}$  запасы минерального азота составили 92-104 кг/га, а при увеличении количества азота удобрений вдвое его запасы в верхнем слое почвы в конце июня составили уже 119-130 кг/га. Показатели азотного состояния чернозёма на опытном поле при третьем сроке отбора определяются, главным образом, наличием второй подкормки карбамидно-аммиачной смесью (КАС-32). Если при однократном внесении после посева аммиачной селитры запасы азота в верхнем слое почвы составили в конце августа 43-53 кг/га, то при использовании КАС по вегетации они увеличиваются до 77-94 кг/га в зависимости от дозы внесения.

Несколько иной характер трансформации азотных минеральных соединений в верхнем слое мы можем наблюдать при использовании мелкой поверхностной обработки почвы. Если при отсутствии удобрений в системе возделывания сахарной свёклы мы отмечаем схожие с отвалной обработкой тенденции, то при внесении различных вариантов минеральных удобрений в этом случае отмечается своеобразный характер изменения почвенных запасов минерального азота.

Прежде всего, содержание азота при первом сроке отбора в слое 0-20 см при мелкой обработке на всех удобренных вариантах почти в 2 раза выше аналогичных вариантов со вспашкой (рис. 2).

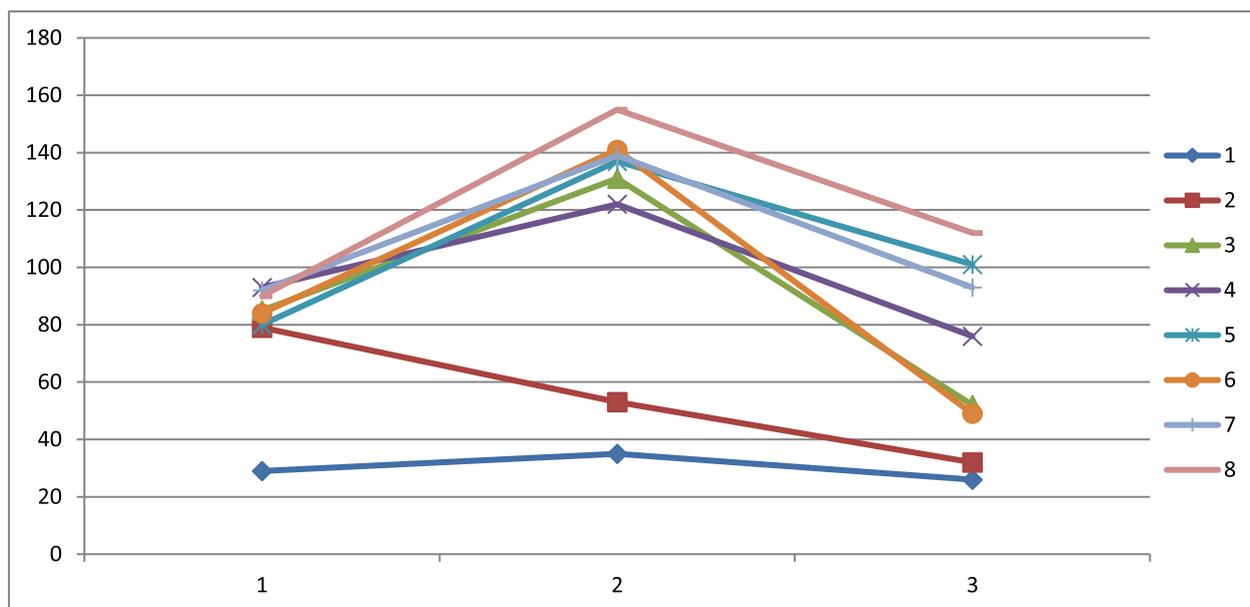


Рис. 2 – Запасы минерального азота в почве в зависимости от уровня удобрения при поверхностной обработке в слое почвы 0-20 см

Несмотря на значительную подвижность минеральных азотных соединений, имеющих возможность перемещаться по профилю почвы с почвенной влагой, все-таки значительное их количество находится в местах локализации, т.е. в том слое, куда были внесены удобрения. В нашем случае это анализируемый слой 0-20 см, на который и приходилось 100% механического воздействия почвообрабатывающих орудий. Этим и объясняется увеличенное по сравнению со вспашкой количество минерального азота в верхнем слое почвы в конце апреля.

Еще большая дифференциация пахотного слоя происходит по мере вегетации сахарной свёклы. Во второй срок отбора запасы минерального азота при мелкой обработке почвы в слое 0-20 см достигают значительных величин – до 155 кг/га. Азот аммиачной селитры, используемой в мае при посеве сахарной свёклы, в виде ионов нитрата переходит в почвенный раствор, а катионы аммония закрепляются в почвенно-поглощающем комплексе почвы.

В третий срок отбора лимитирующим фактором, положительно влияющим на увеличение концентрации минерального азота в верхнем слое почвы, является наличие второй подкормки карбамидно-аммиачной смесью. На этих вариантах запасы минерального азота в конце августа в поверхностном слое почвы достигают величин 100 кг/га, что представляется избыточным на этом этапе вегетации сахарной свёклы.

Различия в содержании минерального азота по слоям почвы имеют важное научно-практическое значение. У сельскохозяйственных культур, а у сахарной свёклы в особенности, корневая система, а следовательно, и возможность усваивать питательные вещества, распределена по профилю почвы неравномерно. Наряду с культурами с глубокопроникающей корневой системой (подсолнечник, многолетние травы) существуют и такие, которые формируют в основном близко залегающий поглощающий корневой комплекс мочковатого типа (зерновые, кукуруза). Сахарная свёкла в этом ряду занимает отдельное место, поскольку наряду с глубоким проникновением корней (до 2 и более метров) основные продуктивные корни, способные активно поглощать из почвы влагу и питательные вещества, залегают на глубине 20-40 см. Именно этот слой наиболее интересен с точки зрения эффективности различных систем удобрения. По этой причине мы включили в программу исследований анализ слоя почвы 20-40 см на содержание минерального азота по трём срокам отбора на всех изучаемых в опыте вариантах.

На делянках, где способом основной обработки почвы выступает классическая отвальная вспашка, запасы минерального азота на контроле без применения удобрений в нижнем слое почвы составили 39 кг/га, что на 15 кг/га больше аналогичного показателя в верхнем слое. Дело в том, что в этих условиях основным источником пополнения фонда минерального азота выступает органическое вещество почвы. Главным фактором, определяющим интенсивность минерализации почвенной органики, является микробиологическая активность почвы. Поскольку при вспашке разрыхляется слой почвы до

30 см и ниже, наблюдаются условия для лучшего доступа воздуха в эти слои, тем самым создаются предпосылки для бурного развития микроорганизмов-нитрификаторов, являющихся, как известно, облигатными аэробами.

Обращает на себя внимание факт повышения уровня обеспеченности нитратами на вариантах с весенним внесением азотных удобрений. Так, на варианте удобрения с двумя подкормками запасы минерального азота в подпахотном слое почвы составили во второй срок отбора более 100 кг/га (рис. 3).

При анализе запасов минерального азота в подпахотном слое почвы в конце августа в период затухания потребления питательных веществ из почвы и запуска в растениях сахарной свёклы процессов реутилизации, можем констатировать двукратное увеличение запасов азота в подпахотном слое почвы при условии подкормки растений карбамидно-аммиачной смесью. Соединения этого удобрения легкорастворимы и способны при благоприятных условиях мигрировать по профилю почвы.

На вариантах опыта, где схемой было предусмотрено использование мелкой поверхностной обработки почвы, отмечаются гораздо меньшие запасы минерального азота в нижнем слое почвы по сравнению со вспашкой. Даже на контроле без удобрений при первом сроке отбора запасы суммы нитратного и аммонийного азота в слое почвы 20-40 см составили всего 14 кг/га против 39 кг/га при вспашке.

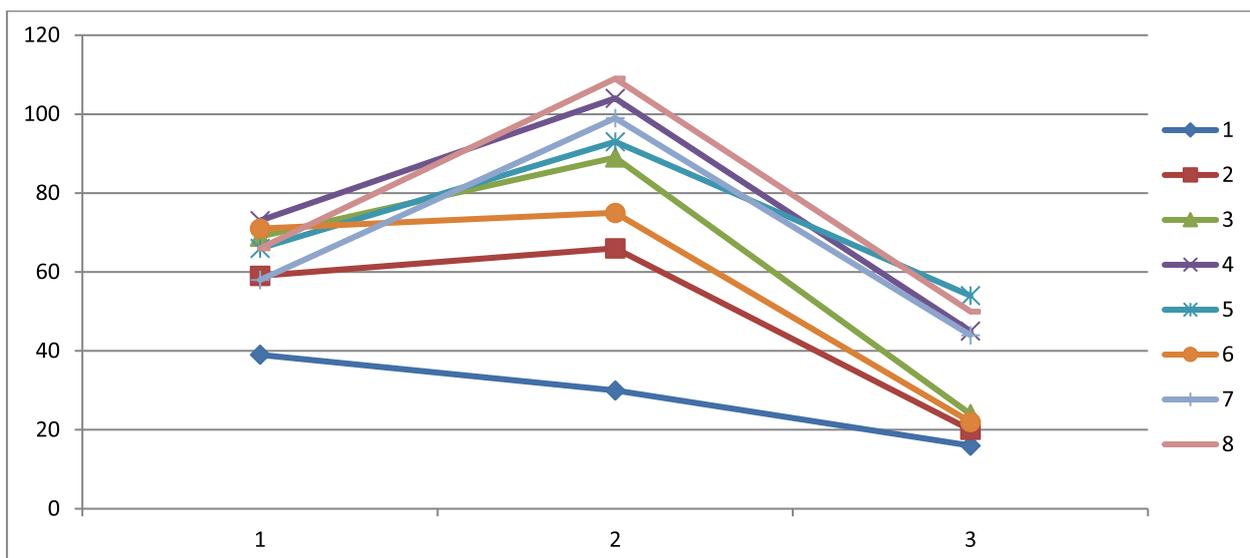


Рис. 3 – Запасы минерального азота в почве в зависимости от уровня удобрения на отвальной обработке в слое почвы 20-40 см

Увеличение к концу июня содержания азота в почве, отмеченное нами при отвальной глубокой обработке почвы, зафиксировано и при минимальной обработке с гораздо меньшими абсолютными величинами. Запасы минерального азота в слое 20-40 см при мелкой обработке на вариантах удобрения  $N_{50}P_{130}K_{130} + N_{35} + N_{64}$  составили всего 26 кг/га (рис. 4).

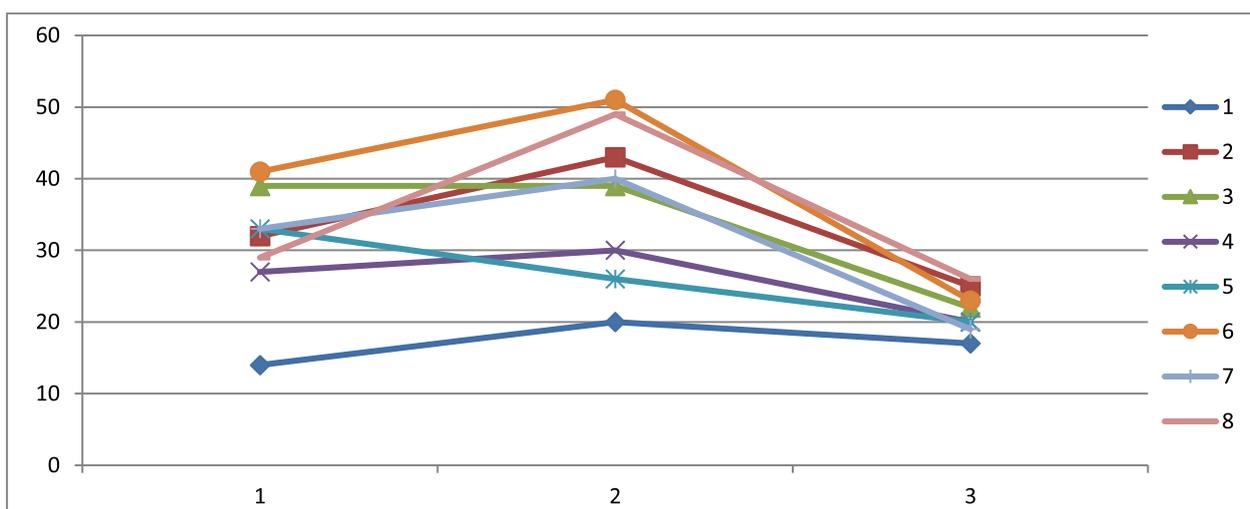


Рис. 4 – Запасы минерального азота в почве в зависимости от уровня удобрения при поверхностной обработке в слое почвы 20-40 см

При третьем сроке отбора на удобренных вариантах различия в обеспеченности подпахотного слоя почвы минеральным азотом нивелировались при общем содержании на уровне 19-27 кг/га.

На основании экспериментальных данных, полученных посредством анализа почвенных образцов с двух глубин отбора, можно констатировать, что даже на 40 см вглубь почвенного профиля запасы минерального азота по отдельным вариантам составляют значительную величину. Однако, сорокасантиметровым слоем почвы не ограничивается зона поглощения корнями питательных веществ. В этой связи нами во второй срок отбора в конце июня на посевах сахарной свёклы со всех вариантов опыта взяты почвенные пробы с нижних слоёв почвы до одного метра.

Как показали результаты анализов, в более глубоких слоях почвы также присутствуют значительные запасы минерального азота, что подтверждает тезис о высокой подвижности этого элемента при переходе его в жидкую почвенную фракцию.

Слой почвы 40-60 см также является для сахарной свёклы корнеобитаемым, на его долю приходится до 25-30% усвоения почвенных питательных веществ. При анализе экспериментальных данных по вариантам опыта в этом слое запасы азота по глубокой отвальной обработке почвы составили 23-41 кг/га, причём в этом случае разница между делянками с различными комбинациями азотных удобрений несколько сглаживаются.

Следует заметить, что при использовании в технологии возделывания мелкой обработки почвы абсолютные значения запасов минерального азота в этом слое почвы аналогичны полученным по глубокой вспашке также с отсутствием достоверного различия по вариантам удобрённости. Данное обстоятельство можно интерпретировать подвижностью азотных соединений и их закреплением в нижней части гумусового горизонта чернозёма типичного.

При анализе более нижних слоёв почвы необходимо отметить резкую дифференциацию с 60 см вариантов по способу обработки почвы в отношении запасов минерального азота. Так, при вспашке содержание азота возрастает вместе с уровнем удобрённости, достигая при условии двух подзормок 50 кг/га минерального азота. Поскольку данная глубина объективно не является местом внесения удобрений, можно с уверенностью предположить, что глубокая отвальная обработка почвы создаёт условия для проникновения почвенной влаги с растворёнными в ней нитратными соединениями азота даже на глубину 60-80 см. Подтверждением этого могут служить данные по аналогичным вариантам на мелкой обработке почвы. В этом случае обнаруживается только незначительное присутствие азотных соединений на этой глубине, выражающиеся в единицах килограммов на гектар посевов сахарной свёклы.

### Библиография

1. Азаров В.Б. Мониторинг плодородия почв Центрального Черноземья / В.Б. Азаров. – Белгород, 2004. – 204 с.
2. Родионов В.Я., Клостер Н.И. Удобрения в современной земледелии / В.Я. Родионов. – Белгород, 2013. – 213 с.
3. Kloster N.I., Azarov V.B. Biologization technologies in agriculture of the Belgorod region // International Scientific and Practical Conference «Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture» (FSRAABA 2021) BIO Web of Conferences 36, 03010 (2021) Volume 36, 2021.
4. Куликова М.А. Изменение свойств чернозема выщелоченного при длительном применении удобрений в условиях Центрального Черноземья. Автореферат... кандидата с.-х. наук. Курск. 2008. 21 с.
5. Ореховская А.А., Ступаков А.Г. Влияние агротехнических приемов на продуктивность озимой пшеницы в условиях ЦЧР // Вестник Международного института питания растений. 2015. № 1. С. 6–9.
6. Kotlyarova, E.G. Agrophysical properties of typical chernozem depending on its treatment and break crop / E.G. Kotlyarova, I.A. Kazanbekov, A.I. Titovskaya // В сборнике: IoP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on World Technological Trends in Agribusiness. 624 (2021) 012228 (Scopus & WoS) doi:10.1088/1755-1315/624/1/012228.

### References

1. Azarov V.B. Monitoring of soil fertility in the Central Chernozem region / V.B. Azarov. – Belgorod, 2004. – 204 p.
2. Rodionov V.Ya., Kloster N.I. Fertilizers in modern agriculture / V.Ya. Rodionov. – Belgorod, 2013. – 213 p.
3. Kloster N.I., Azarov V.B. Biologization technologies in agriculture of the Belgorod region // International Scientific and Practical Conference «Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture» (FSRAABA 2021) BIO Web of Conferences 36, 03010 (2021) Volume 36, 2021.
4. Kulikova M.A. Changes in the properties of leached chernozem with prolonged use of fertilizers in the conditions of the Central Chernozem region. Abstract... of the Candidate of agricultural sciences. Kursk. 2008. 21 p.
5. Orekhovskaya A.A., Stupakov A.G. The influence of agrotechnical techniques on the productivity of winter wheat in the conditions of the Central Forest // Bulletin of the International Institute of Plant Nutrition. 2015. № 1. Pp. 6–9.
6. Kotlyarova, E.G. Agrophysical properties of typical chernozem depending on its treatment and break crop / E.G. Kotlyarova, I.A. Kazanbekov, A.I. Titovskaya // In the collection: IoP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on World Technological Trends in Agribusiness. 624 (2021) 012228 (Scopus & WoS) doi:10.1088/1755-1315/624/1/012228.

### Сведения об авторах

Горбунов Василий Васильевич, аспирант, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: GorbunovVV@mail.ru.

Лоткова Виктория Викторовна, магистрантка агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: lotkova2001@mail.ru.

Азаров Владимир Борисович, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: azarov.v.b@mail.ru.

### Information about authors

Gorbunov Vasily Vasilyevich, post-graduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, d. 1, Maisky settlement, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: GorbunovVV@mail.ru.

Lotkova Victoria Viktorovna, master student of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, d. 1, Maisky village, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: lotkova2001@mail.ru.

Azarov Vladimir Borisovich, Professor, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», st. Vavilova, 1, Maisky, Belgorodsky district, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: azarov.v.b@mail.ru.

УДК 633.15:631.82

С.А. Дмитриенко, В.В. Лоткова, В.Б. Азаров

## ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЁМА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ

**Аннотация.** Научные исследования были проведены на базе многолетнего стационарного опыта по изучению влияния различных технологий возделывания культур на продуктивность зернопропашного севооборота и плодородие черноземных почв. В качестве факторов опыта выступала различная насыщенность органическими и минеральными удобрениями, а также обработка посевов кукурузы на зерно биологическими препаратами, содержащими соединения цинка в доступной для растений форме. Исследованиям выявлено, что динамика содержания легкогидролизуемого азота (по Корнфилду) в период посева на контроле в слое 0-30 см. составила 125,7 мг/кг почвы, что показывает низкую обеспеченность сельхоз культур этим элементом. Вариант с использованием эффекта третьего года последствия навоза в дозе 40 т/га превышал данный показатель на 12,9 мг/кг почвы, что является достоверной разницей относительно контроля. При дальнейшем повышении уровня применяемых удобрений данный показатель существенно возрастал до максимального значения 214,3 мг/кг почвы на варианте с (NPK)120 по фону последствия навоза. Различие на минеральной и органо-минеральной системе удобрений были незначительные и колебались в пределах ошибки опыта. Цинк, как и многие другие микроэлементы и тяжелые металлы, способен закрепляется в почве. Их содержание и подвижность зависит от многих факторов, одними из которых являются гранулометрический состав, наличие карбонатов, содержания органического вещества. В наших исследованиях мы определили параметры обменной кислотности почвы. Анализ результатов показал, что использование минеральных удобрений сдвигает значение показателя рНс в сторону повышения кислотности почвы.

**Ключевые слова:** легкогидролизуемый азот, плодородие почвы, кукуруза на зерно, чернозём, цинк, удобрения.

## CHANGES IN THE FERTILITY OF CHERNOZEM WITH VARIOUS TECHNOLOGIES OF CULTIVATION OF CUCURUZA

**Abstract.** Scientific research was carried out on the basis of many years of stationary experience in studying the influence of various crop cultivation technologies on the productivity of grain crop rotation and the fertility of chernozem soils. The factors of the experiment were different saturation with organic and mineral fertilizers, as well as the treatment of corn crops for grain with biological preparations containing zinc compounds in a form accessible to plants. The studies revealed that the dynamics of the content of easily hydrolyzable nitrogen (according to Cornfield) during the sowing period at the control in a layer of 0-30 cm was 125.7 mg/kg of soil, which shows the low availability of agricultural crops with this element. The variant using the effect of the third year of manure aftereffect at a dose of 40 t/ha exceeded this indicator by 12.9 mg/kg of soil, which is a significant difference relative to the control. With further increase. Zinc, like many other trace elements and heavy metals, is able to get fixed in the soil. Their content and mobility depend on many factors, one of which is the granulometric composition, the presence of carbonates, the content of organic matter. In our research, we have determined the parameters of the exchange acidity of the soil. The analysis of the results showed that the use of mineral fertilizers shifts the value of the rNs indicator towards increasing the acidity of the soil.

**Keywords:** easily hydrolyzable nitrogen, soil fertility, corn for grain, chernozem, zinc, fertilizers.

**Введение.** Почвы чернозёмной зоны, являясь наиболее плодородными, издавна были объектом интенсивного сельскохозяйственного использования, и с самого начала почвенных исследований на них было обращено главное внимание [1, 2].

Интенсивное использование человеком земельных ресурсов сопровождается рядом негативных явлений: в том числе ухудшение реакции почвенной среды, потери гумуса, снижение обеспеченности почв подвижными формами элементов питания и, как следствие всего этого, снижение урожайности сельскохозяйственных культур [3].

Для эффективного и быстрого развития животноводческой отрасли России, необходима прочная кормовая база, которую в свою очередь нельзя представить без такой незаменимой культуры, как кукуруза. Кукуруза, выращиваемая на зерно, в нашей стране входит в тройку наиболее значимых зернофуражных культур [4].

В Белгородской области посевы зерновой кукурузы составляют более 90 тыс. га., однако урожайность зерна остается низкой и нестабильной 35-45 ц/га. Поэтому увеличение урожайности кукурузы и повышение качества получаемой продукции в регионе является приоритетом [5].

Решение этих задач возможно только при комплексном подходе в разработке оптимальных сочетаний используемых агротехнических приемов, удобрений, микроэлементов, средств защиты растений и биостимуляторов [6, 7]. Это обеспечит получение высокой урожайности и повышение качества получаемой продукции, и как следствие эффективное экономическое и экологическое состояние зернового производства, что является весьма актуальным. Впервые в условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона была изучена и проведена оценка влияния жидкого микроудобрения (АДОБ Zn:ИДХА) на урожайность и качества зерна кукурузы, возделываемой на вариантах с различной системой удобрений. Предложен экономически эффективный и экологически оправданный агротехнический прием использования жидкого микроудобрения (АДОБ Zn:ИДХА) при возделывании зерновой кукурузы на различных вариантах систем удобрения в условиях юго-западной части ЦЧР.

**Цели и задачи.** Цель исследований – оценить влияние жидкого микроудобрения (АДОБ Zn:ИДХА) на урожай и качество зерна кукурузы, возделываемой с использованием различных систем удобрений в юго-западной части ЦЧЗ.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить влияние жидкого микроудобрения (АДОБ Zn:ИДХА) на формирования урожайности кукурузы и ее качества.
2. Определить вынос азота, фосфора, калия и цинка в основной и побочной продукции в зависимости от изучаемых факторов.
3. Дать агроэкономическую оценку эффективности применения жидкого микроудобрения (АДОБ Zn:ИДХА) на разных фонах питания при возделывании кукурузы на зерно в условиях юго-западной части ЦЧЗ.

**Материалы и методы.** Экспериментальная часть работы выполнена в многолетнем стационарном полевом опыте лаборатории защиты растений ГНУ Белгородский НИИСХ Россельхозакадемии по изучению комплексного влияния средств химизации на продуктивность зернопаропропашного севооборота и плодородие почвы.

Исследования проводились в 2013 году на посевах зерновой кукурузой, возделываемой в зернопаропропашном севообороте, со следующим чередованием культур: чистый пар, озимая пшеница, сахарная свекла, ячмень, кукуруза на зерно.

**Объектом наших исследований является:** чернозем типичный среднemosный малогумусный тяжелосуглинистого гранулометрического состава, шесть систем удобрений, жидкого микроудобрения (АДОБ Zn:ИДХА) и среднеранний гибрид кукурузы (Белкорн 250) универсального типа использования, который высевался в третьей декаде апреля. Уборку проводили вручную с учетной площади 15-18 сентября.

Данный опыт наложен на существующую схему стационара, включающую шесть вариантов систем удобрений:

- 1 – контроль (без удобрений);
- 2 – навоз 40 т/га (последствие 3 год) – фон;
- 3 – фон + (NPK)60;
- 4 – фон + (NPK)120;
- 5 – (NPK)60;
- 6 – (NPK)120.

Органические удобрения (навоз крупного рогатого скота, полу перепревший со средним содержанием общего азота – 0,45%, фосфора – 0,30%, калия – 0,50% при влажности 60-70%) вносились в чистом пару под озимую пшеницу в дозе 40 т/га под основную обработку. Минеральные удобрения в форме азофоске (16:16:16) вручную с осени под вспашку на глубину 25-27 см.

Система защиты растений для всех вариантов одинакова и состояла из:

- протравливание семян ТМТД (СП) 2 кг на 1 тонну;
- внесение почвенного гербицида Трофи (2 л/га);
- послеуборочная обработка гербицидами Банвел (2,5 л/га) + Милагро (1 л/га);
- + инсектицидом Карате 0,3 л/га (в период массового лета кукурузного мотылька).

Жидкое микроудобрение – АДОБ Zn:ИДХА (N2,6%, MgO3,0%, Zn6,1%) вносили опрыскивателем механизировано в дозе 2 л/га в качестве листовой подкормки двукратно – в фазе 5-8 листьев и через 2 недели после первой обработки, отдельным агротехническим приемом на всех вариантах удобрений.

Расположение делянок систематическое, повторность трехкратная. Общая площадь делянки – 100 м<sup>2</sup> (4\*25), учетная 52 м<sup>2</sup> (2,1\*25).

Определение агрохимических показателей почвы выполнено в лаборатории массовых анализов Белгородского НИИСХ. Перед закладкой опыта в почве определяли: гумус по Тюрину ГОСТ 26213-91, гидролитическую кислотность по Каппену ГОСТ 26212-91, гидролизуюемого азота ионометрически ГОСТ 26951-86, подвижного фосфора и обменного калия по Чирикову ГОСТ 26204-91, проводились в слоях почвы 0-10; 10-20; 20-30 и 30-60 см в трехкратной повторности.

**Результаты и обсуждение.** Оптимизация содержания подвижных форм элементов питания в почве является основной задачей агрохимии. Однако необходимо научно-обоснованное использование удобрений с учетом почвенного плодородия, микробиологической активности почвы, принципов экологизации и биологизации растениеводства.

В наших исследованиях мы ставили задачу выявить динамику подвижных форм элементов питания в период вегетации в зависимости от использования различных систем удобрений при возделывании кукурузы на зерно. Для этого мы отбирали почвенные образцы буром через каждые 10 см на глубину до 30 см., после посева и перед уборкой культуры. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Результаты наблюдений за динамикой питательного режима почвы выявили существенные различия в содержании подвижных форм основных макроэлементов в зависимости от используемых систем удобрений.

Динамика содержания легкогидролизуюемого азота (по Корнфилду) в период посева на контроле в слое 0-30 см. составила 125,7 мг/кг почвы, что показывает низкую обеспеченность сельхоз культур этим элементом. Вариант с использованием эффекта третьего года последствия навоза в дозе 40 т/га превышал данный показатель на 12,9 мг/кг почвы, что является достоверной разницей относительно контроля. При дальнейшем повышении уровня применяемых удобрений данный показатель существенно возрастал до максимального значения 214,3 мг/кг почвы на варианте с (NPK)<sub>120</sub> по фону последствия навоза. Различия на минеральной и органо-минеральной системе удобрений были незначительные и колебались в пределах ошибки опыта.

**Таблица 1 – Динамика изменений агрохимических показателей почвы на разных фонах питания при возделывании кукурузы на зерно при условии использования цинксодержащих удобрений**  
Средние данные 2014-2016 гг.

Вариант	Слой почвы	Азот мг/кг по Корнфилду		P2O5 мг/кг по Чирикову		K2O мг/кг по Чирикову	
		Посев	Уборка	Посев	Уборка	Посев	Уборка
Контроль без удобрений	0-30	125,7	108,0	66,2	75,0	104,5	103,3
Навоз 40 т/га (3 г. последствия) – фон	0-30	138,6	116,7	72,1	84,5	132,4	129,1
Фон + (NPK)60	0-30	185,7	154,3	209,3	201,3	163,8	156,0
Фон + (NPK)120	0-30	214,3	182,6	217,4	220,5	185,0	179,0
(NPK)60	0-30	184,3	150,8	147,6	141,1	173,1	174,5
(NPK)120	0-30	214,6	180,3	224,8	197,3	192,6	190,4
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>10,1</b>	<b>8,5</b>	<b>7,0</b>	<b>9,6</b>	<b>8,6</b>	<b>7,5</b>

По мере роста и развития растений кукурузы содержание легкогидролизуемого азота существенно снизилось к уборке культуры. Так, перед уборкой на контрольном варианте это значение составило 108,0 мг/кг, что ниже исходного значения на 14,1%, а на максимально удобренном варианте данный показатель снизился на 14,8%.

Аналогично началу вегетации перед уборкой наблюдались те же закономерности различия содержания легкогидролизуемого азота относительно используемых систем удобрений. Таким образом, можно отметить, что азот в период вегетации активно используется растениями кукурузы, что способствует формированию урожая.

Динамика подвижных фосфатов в течение вегетационного периода достаточно стабильна и прямо пропорционально уровню применяемых удобрений. Результаты представлены в таблице 2.

Как видим, содержание подвижного фосфора на контроле при посеве составило 66,2 мг/кг почвы и относится к средней обеспеченности по содержанию данного элемента. На варианте с фоном навоза содержание подвижного фосфора не изменилось в начальный период вегетации относительно контроля, а вот дополнительное внесение минеральных удобрений, как по фону, так и отдельно, существенно повысило данный показатель. Максимальное содержание подвижного фосфора отмечалось на варианте с (NPK)120 и составило 224,8 мг/кг почвы.

Следует отметить, что имеются различия между минеральной и органо-минеральной системой, при этом четких закономерностей не наблюдается. Вероятно, однолетних данных для этого недостаточно.

К концу вегетации содержание подвижного фосфора относительно исходных значений менялось несущественно. Вероятнее всего, к уборке повышается микробиологическая активность почвы, что влияет на фосфорный режим почвы.

Таким образом, использование удобрений позволяет значительно повысить класс обеспеченности почв подвижным фосфором.

Результаты исследований по динамике содержания обменного калия под посевами кукурузы показали, что под действием удобрений в почве создавались более высокие запасы обменного калия. Следует отметить, что независимо от фонов питания обеспеченность почвы данным элементом была достаточно высокой.

При посеве на контроле в слое почвы 0-30 см содержалось 104,5 мг/кг почвы, то по навозному фону 132,4 мг/кг, при дополнительном внесении минеральных удобрений в дозе (NPK)120 данный показатель увеличивался, соответственно, до 185,0-192,6 мг/кг почвы (высокая обеспеченность).

В период вегетации динамика обменного калия довольно стабильна. Однако следует отметить, что к уборке его содержание на всех вариантах несколько снижалось, и колебалось в пределах математической ошибки.

Агрохимическими исследованиями установлена необходимость цинка для большого количества видов высших растений. Его физиологическая роль в растениях многосторонняя. Цинк играет важную роль в окислительно-восстановительных процессах, протекающих в растительном организме. Он является составляющей частью ферментов и непосредственно участвует в образовании хлорофилла, способствует синтезу витаминов.

В наших исследованиях мы изучали содержание валового и подвижного цинка в почве относительно используемых систем удобрений при возделывании кукурузы на зерно (таблица 2).

**Таблица 2 – Обменная кислотность и изменение содержания Zn в почве на разных фонах питания при возделывании кукурузы на зерно при условии использования цинксодержащих удобрений**  
Средние данные 2014-2016 гг.

Вариант	Слой почвы	pHс		Цинк, мг/кг (Валовый)		Цинк, мг/кг (Подвижный)*	
		Посев	Уборка	Посев	Уборка	Посев	Уборка
Контроль без удобрений	0-30	5,40	5,57	43,4	44,0	0,55	0,55
Навоз 40 т/га (3 г. последствия) – фон	0-30	6,05	6,23	44,5	46,2	0,94	0,97
Фон + (NPK)60	0-30	5,57	5,40	47,8	50,1	1,00	1,05
Фон + (NPK)120	0-30	4,94	5,13	50,5	50,9	1,32	1,18
(NPK)60	0-30	5,05	5,07	48,6	48,5	0,73	0,69
(NPK)120	0-30	4,82	4,77	51,3	52,1	1,06	1,03
<b>НСР<sub>05</sub></b>		<b>0,26</b>	<b>0,32</b>	<b>3,0</b>	<b>2,9</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>

\*ПДК по Zn (подвижный) в почве – 23 мг/кг.

Цинк, как и многие другие микроэлементы и тяжелые металлы, способен закрепляется в почве. Их содержание и подвижность зависит от многих факторов, одними из которых является гранулометрический состав, наличие карбонатов, содержание органического вещества. В наших исследованиях мы определили параметры обменной кислотности почвы. Анализ результатов показал, что использование минеральных удобрений сдвигает значение показателя pHс в сторону повышения кислотности почвы.

#### Библиография

1. Азаров В.Б. Мониторинг плодородия почв Центрального Черноземья / В.Б. Азаров. – Белгород, 2004. – 204 с.
2. Родионов В.Я., Клостер Н.И. Удобрения в современном земледелии / В.Я. Родионов. – Белгород, 2013. – 213 с.
3. Клостер, Н.И. Органические удобрения / Н.И. Клостер, В.Б. Азаров, В.В. Лоткова. – Белгород : Отчий край, 2022. – 216 с. – ISBN 978-5-85153-172-9.
4. Турьянский А.В. и др. Технологический регламент возделывания основных сельскохозяйственных культур в Белгородской области / А.В. Турьянский. 2012. Белгород. 687 с.
5. Лукин С.В. Экологические проблемы и пути их решения в земледелии Белгородской области. Белгород : Крестьянское дело, 2004. 164 с.

6. Резвякова С.В., Гурин А.Г., Ревин Н.Ю., Резвякова Е.С. Приемы повышения продуктивности и экологической устойчивости растений на биологической основе // Экономические и гуманитарные науки. 2017. С. 179.

#### References

1. Azarov V.B. Monitoring of soil fertility in the Central Chernozem region / V.B. Azarov. – Belgorod, 2004. – 204 p.
2. Rodionov V.Ya., Kloster N.I. Fertilizers in modern agriculture / V.Ya. Rodionov. – Belgorod, 2013. – 213 p.
3. Kloster, N.I. Organic fertilizers / N.I. Kloster, V.B. Azarov, V.V. Lotkova. – Belgorod : Fatherland, 2022. – 216 p. – ISBN 978-5-85153-172-9.
4. Turyansky A.V. et al. Technological regulations for the cultivation of basic agricultural crops in the Belgorod region / A.V. Turyansky. 2012. Belgorod. 687 p.
5. Lukin S.V. Ecological problems and ways of their solution in agriculture of the Belgorod region. Belgorod : Peasant business, 2004. 164 p.
6. Rezvyakova S.V., Gurin A.G., Revin N.Yu., Rezvyakova E.S. Methods of increasing productivity and ecological stability of plants on a biological basis // Economic and humanitarian sciences. 2017. P. 179.

#### Сведения об авторах

Дмитриенко Сергей Александрович, аспирант, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: DmitrienkoSA@mail.ru.

Лоткова Виктория Викторовна, магистрантка агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: lotkova2001@mail.ru.

Азаров Владимир Борисович, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор агрономического факультета, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: azarov.v.b@mail.ru.

#### Information about authors

Dmitrienko Sergey Alexandrovich, postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: DmitrienkoSA@mail.ru.

Lotkova Victoria Viktorovna, graduate student of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: lotkova2001@mail.ru.

Azarov Vladimir Borisovich, Professor, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Faculty of Agronomy, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: azarov.v.b@mail.ru.

УДК 631.421:631.82/87

С.И. Тютюнов, Е.В. Навольнева, А.С. Пойменов, И.О. Шестопалов, Л.Н. Придачина

**ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО**

**Аннотация.** Отражены результаты по действию основных агротехнических приёмов, в частности типов севооборотов, способов обработки почвы, использование органической, минеральной и органо-минеральной систем удобрения на различные формы азота чернозёма типичного в юго-западной части Центрально-Чернозёмного региона. Использование совместно органических и минеральных удобрений благоприятствовало сохранению за период вегетации озимой пшеницы содержания нитратного азота практически на том же уровне (10,6...13,9 мг/кг), как и использование повышенных доз промышленных удобрений, рассчитанных на расширенное воспроизводство плодородия почвы (11,8...12,6 мг/кг). Уменьшение глубины обработки почвы способствовало большей концентрации нитратного азота в слое почвы 0-30 см в весенний период, а в конце вегетации данная закономерность характерна для варианта без удобрений. Максимальное содержание данной формы азота зафиксировано в зерноотравнопропашном севообороте и с ростом пропашных культур в структуре севооборота уменьшалось и если к моменту уборки это отражено как тенденция, то в весенний период – доказанная составляющая. Отмечено положительное тенденциозное действие на показатель нитрифицирующей способности зернопропашного севооборота. Также следует отметить, что с ростом количества пропашных культур в севооборотах действие минеральных удобрений нивелируется. Так, увеличение данного показателя при использовании удвоенных доз минеральных удобрений составило 7,1 мг/кг в зерноотравнопропашном севообороте, 4,9 мг/кг – в зернопропашном и 0,3 мг/кг – в зернопаропропашном, в сравнении с вариантом без удобрений. На чернозёме типичном наиболее тесную связь между урожайностью озимой пшеницы и сахарной свёклы в почве показал метод определения нитратов. Так, коэффициент корреляции между содержанием нитратного азота и урожайностью озимой пшеницы составил 0,56...0,78, а с урожайностью сахарной свёклы 0,62...0,8.

**Ключевые слова:** чернозём типичный, севооборот, обработка почвы, навоз КРС, минеральные удобрения, нитратный азот, щелочногидролизующий азот, нитрифицирующая способность, коэффициент корреляции.

**THE INFLUENCE OF AGROTECHNICAL FACTORS ON THE NITROGEN REGIME OF TYPICAL CHERNOZEM**

**Abstract.** The results on the effect of the main agrotechnical techniques, in particular, types of crop rotations, methods of tillage, the use of organic, mineral and organo-mineral fertilizer systems on various forms of nitrogen of chernozem typical in the southwestern part of the Central Chernozem region are reflected. The use of organic and mineral fertilizers together favored the preservation of nitrate nitrogen content during the growing season of winter wheat at almost the same level (10.6...13.9 mg/kg), as well as the use of increased doses of industrial fertilizers designed for extended reproduction of soil fertility (11.8...12.6 mg/kg). A decrease in the depth of tillage contributed to a greater concentration of nitrate nitrogen in the soil layer of 0-30 cm in the spring, and at the end of the growing season, this pattern is characteristic of the option without fertilizers. The maximum content of this form of nitrogen was recorded in the grain-grass crop rotation and decreased with the growth of row crops in the crop rotation structure, and if by the time of harvesting this is reflected as a trend, then in the spring period it is a proven component. A positive tendentious effect on the indicator of the nitrifying ability of the grain crop rotation was noted. It should also be noted that with the increase in the number of row crops in crop rotations, the effect of mineral fertilizers is leveled. Thus, the increase in this indicator when using doubled doses of mineral fertilizers was 7.1 mg/kg in the grain-grass crop rotation, 4.9 mg/kg – in the grain-tillage and 0.3 mg/kg – in the grain-tillage, in comparison with the option without fertilizers. On typical chernozem, the closest relationship between the yield of winter wheat and sugar beet in the soil was shown by the method of determining nitrates. Thus, the correlation coefficient between the content of nitrate nitrogen and the yield of winter wheat was 0.56...0.78, and with the yield of sugar beet 0.62...0.8.

**Keywords:** typical chernozem, crop rotation, tillage, cattle manure, mineral fertilizers, nitrate nitrogen, alkaline hydrolyzable nitrogen, nitrifying ability, correlation coefficient.

**Введение.** Азоту принадлежит одна из важнейших ролей в формировании урожайности культурных растений. Он входит в состав белков, ферментов, хлорофилла, определяет ростовые процессы, способствуя формированию вегетативной массы растения [1].

Общий запас азота в почве является одним из главных показателей её потенциального плодородия. В гумусосодержащих горизонтах почв преобладающая часть азота входит в состав органических соединений, на долю минеральных форм приходится 1-3% общего содержания азота. В нижних горизонтах почв доля органического азота падает, часто за счёт фиксированного аммония, на его долю может приходиться здесь до 30-60% от общего количества азота [2].

В Центрально-Чернозёмном регионе содержание валовых форм основных питательных элементов в почве составляет: 0,20-0,45%, фосфора 0,10-0,32%, калия 1,5-2,4%. При этом азот является доминирующим элементом в формировании урожая, однако по содержанию подвижных форм азота в почве находится меньше, чем фосфора и калия [3].

При рассмотрении азотного режима почвы обычно анализируется три формы азота – это минеральный азот, гидролизующий и нитрифицирующая способность [4]. При этом необходимо сказать, что нитратная и аммонийная формы азота позволяют оценить возможность азотного питания растения на данный момент, а гидролизующий азот и нитрифицирующая способность – делать прогнозный анализ.

**Цель исследований.** Целью наших исследований являлось изучение влияния удобрений, способов основной обработки почвы и севооборотов на азотный режим чернозёма типичного, а также установление зависимости между содержанием разных форм азота и урожайностью культур.

**Материалы и методы.** В полевом опыте Белгородского федерального аграрного научного центра Российской академии наук изучалось действие севооборотов, способов основной обработки почвы и применяемой системы удобрений на азотный режим почвы. Данный опыт заложен в 1987 году. Исследования проводились после прохождения севооборотами шестой ротации.

Почва опытного поля представлена чернозёмом типичным среднемощным малогумусным тяжелосуглинистым на лессовидном суглинке. Характеризуется основными агрохимическими показателями: содержание гумуса 5,1...5,8%, подвижного фосфора (определение по методу Чирикова) 52...58 мг/кг и подвижного калия (по методу Чирикова) 95...105 мг/кг.

Полевой опыт является многофакторным, в котором рассматривается изучение четырёх факторов.

Фактор А: вид севооборота. Изучаются зернотравянопропашной (ЗТП): озимая пшеница, сахарная свёкла, ячмень + многолетние травы (эспарцет), многолетние травы 1 года пользования, многолетние травы 2 года пользования; зернопропашной (ЗП): озимая пшеница, сахарная свёкла, ячмень, кукуруза на силос, кукуруза на зерно, горох; зернопаропропашной (ЗПП): озимая пшеница, сахарная свёкла, кукуруза на силос, кукуруза на зерно, чёрный пар.

Фактор В: способ основной обработки почвы. Рассматривается отвальная обработка на глубину 22...32 см (вспашка), в зависимости от возделываемой сельскохозяйственной культуры; безотвальная обработка – на глубину 22...32 см; минимальная обработка почвы на глубину 10...12 см, данная обработка предусматривает дискование в два следа.

Фактор С: органические удобрения (в опыте используется подстилочный навоз КРС). Применяли один раз за ротацию севооборота под сахарную свёклу в каждом севообороте. Одинарная доза составляет 40 т/га, двойная доза – 80 т/га, что соответствует 8 и 16 т/га севооборотной площади.

Фактор D: минеральные удобрения. Насыщенность севооборота с многолетними травами составляла  $N_{46}P_{56}K_{56}$  – одна доза; зернопропашного –  $N_{64}P_{64}K_{64}$ ; зернопаропропашного –  $N_{64}P_{58}K_{58}$ . Двойные дозы: ЗТП –  $N_{92}P_{112}K_{112}$ ; ЗП –  $N_{64}P_{64}K_{64}$ ; ЗПП –  $N_{124}P_{116}K_{116}$ .

Изучались такие показатели как: содержание нитратного азота (ионометрическим методом, ГОСТ 26951-86); щелочногидролизуемого азота (методом Корнфилда); нитрифицирующая способность (метод Кравкова). Образцы отбирали после уборки озимой пшеницы и перед лущением стерни.

Для наглядности действия факторов была проведена группировка полученных показателей по изучаемым севооборотам и рассматриваемым способам обработки почвы (рис. 1).

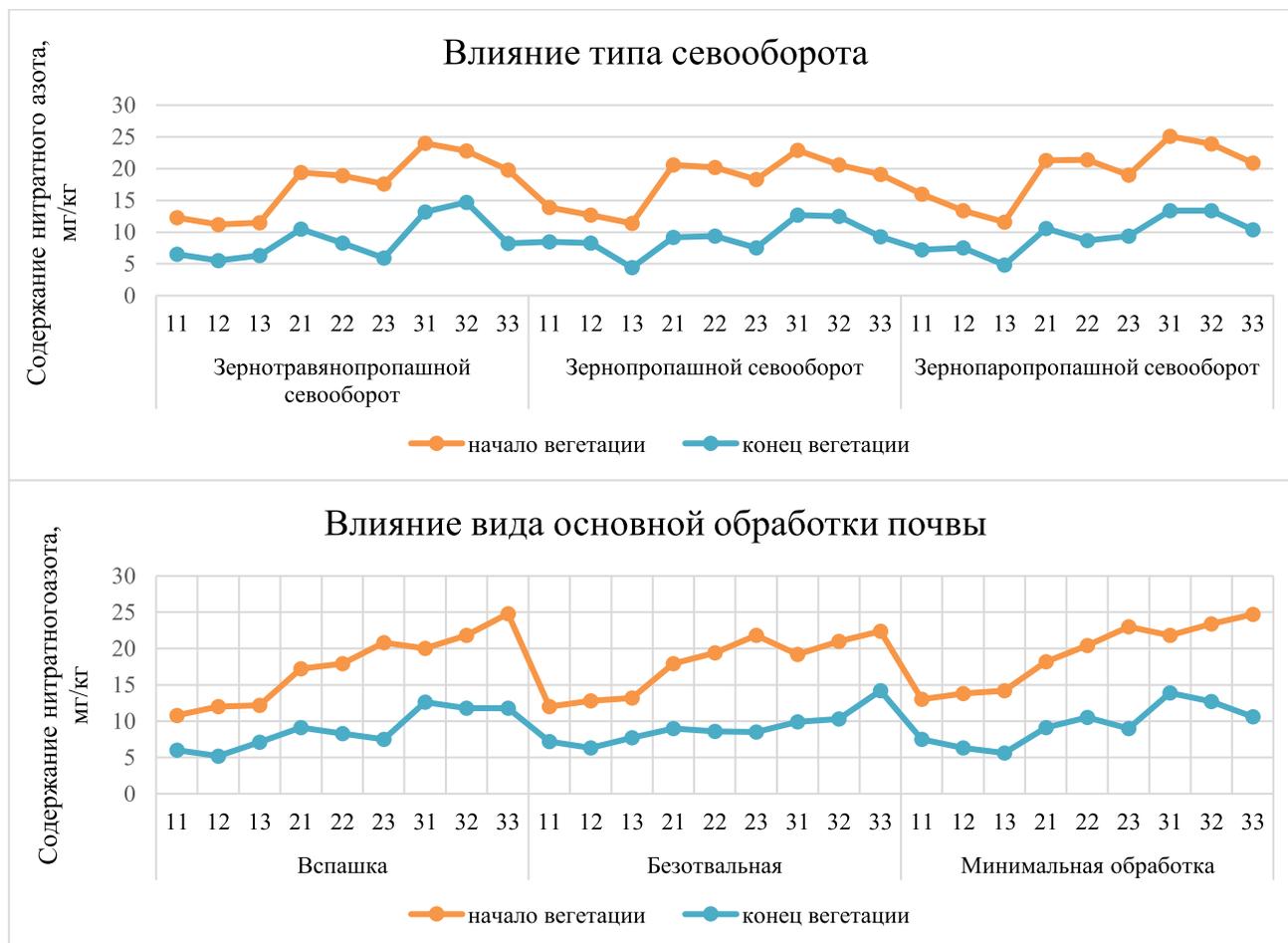


Рис. 1 – Влияние агротехнических приёмов на содержание нитратного азота в шестой ротации, мг/кг (0-30 см)

Примечание: кодировка индексов на оси абсцисс 1 – без удобрений; 2 – одинарная доза; 3 – двойная доза. Первая цифра означает дозу органических удобрений, вторая – минеральных.

В весенний период отбора почвенных образцов, в слое почвы 0-30 см содержание нитратного азота в вариантах без использования удобрений находилось в пределах 10,8...12,2 мг/кг, в зависимости от способа основной обработки почвы, что согласно градации относится к низкой обеспеченности почвы азотом. Использование минеральных удобрений в одной дозе повышало содержание данной формы азота до 17,2 мг/кг при отвальной глубокой обработке почвы, 17,9 – при безотвальной обработке и 20,8 мг/кг – при минимальной обработке почвы. Применение удвоенных доз промышленных удобрений, которые рассчитаны на расширенное воспроизводство плодородия почвы, значительно увеличило содержание нитратного азота и составило соответственно 20,0, 21,8, 24,8 мг/кг по разным способам обработки почвы. Внесение навоза КРС также положительно влияло на данный показатель, но с меньшей интенсивностью – сказался четвёртый год последствия. Применение подстилочного навоза в одной дозе (40 т/га) способствовало росту содержания нитратного азота в пахотном слое на 1,0...1,8 мг/кг, а в дозе 80 т/га – на 1,8...2,2 мг/кг, в зависимости от глубины обработки почвы. При совместном ис-

пользовании органических и минеральных удобрений увеличение данной формы азота составило практически 100%, если сравнивать с вариантом без внесения удобрений. Так, при глубокой обработке почвы увеличение азота в слое почвы 0-30 см составило 11,0 мг/кг, при безотвальной – 11,4, а при минимальной обработке – 12,5 мг/кг. Анализируя действия способа основной обработки почвы, следует отметить, что с уменьшением глубины обработки содержание нитратного азота увеличивалось. Данная закономерность является вполне очевидной, так как при глубокой обработке почвы нитратный азот быстрее мигрирует в более глубокие почвенные горизонты. В период начала весенней вегетации также четко прослеживается и влияние севооборотов. Максимальное содержание нитратного азота отмечено в зерноотравнопропашном севообороте, затем в зернопропашном и меньше всего в зернопаропропашном. Например, при максимальном уровне удобрения в ЗТП было 25,1, в ЗП – 23,9 и в ЗПП – 20,9 мг/кг нитратного азота.

К началу уборки озимой пшеницы без использования удобрений содержание нитратного азота снизилось до 5,2...7,1 мг/кг (интервал цифр предусматривает разные способы основной обработки почвы), что является очень низким содержанием, согласно градации по нитратному азоту и так же, как и в весенний период с большим показателем при минимальной обработке почвы. Использование одной дозы минеральных удобрений позволило сохранить содержание данного элемента на уровне 7,5...9,1 мг/кг – очень низкое. Удвоенные дозы минеральных удобрений сохраняли нитратный азот на низком уровне содержания – 11,8...12,6 мг/кг (Рис. 1).

Применение органических удобрений за счёт пролонгирующего действия навоза КРС (четвёртый год последействия) также обеспечивает его сохранение на уровне чуть выше, чем без применения удобрений – до 5,6...7,7 мг/кг. Использование одновременно органических и минеральных удобрений привело к значимому росту содержания данной формы азота в сравнении с контрольным вариантом, однако находилось сравнимо с вариантом при использовании удвоенных доз минеральных удобрений и составляло 10,6...13,9 мг/кг. Рассматривая действие севооборотов, следует отметить, что данные статистической обработки не позволяют достоверно говорить о действии данного фактора, однако, как тенденциозную закономерность следует отметить положительное действие севооборота с наименьшим содержанием пропашных культур в своей структуре, а наименьшее содержание было зафиксировано в севообороте с чистым паром, что соответствует отмеченным закономерностям в период возобновления весенней вегетации.

Содержание нитратного азота в почве позволяет рассматривать возможность азотного питания только в настоящее время – в режиме онлайн, а в качестве прогнозного описания следует анализировать щелочногидролизуемый азот и нитрифицирующую способность почвы. Данные формы азота являются источником обеспеченности почвы этим элементом.

Содержание щелочногидролизуемого азота с глубиной уменьшалось – независимо от вида и доз применяемых удобрений (Табл. 1). Использование минеральных удобрений способствовало росту содержания данной формы азота в почве. Так, рост в шестой ротации за счёт ежегодного применения минеральных удобрений составил 6...14 мг/кг, если сравнить с контрольным вариантом, в зависимости от севооборота. Однако следует отметить, что в зернопаропропашном севообороте действие минеральных удобрений следует отметить лишь как тенденцию, где увеличение произошло на 1 мг/кг и составило 151 мг/кг. Максимальное содержание достигнуто в зернопропашном севообороте и составляет 165 мг/кг – при использовании N<sub>124</sub>P<sub>124</sub>K<sub>124</sub>. За счёт внесения навоза КРС, щелочногидролизуемый азот в почве вырос на 6...15 мг/кг, в зависимости от типа севооборота, также в сравнении с контрольным вариантом. Следует отметить, что наименьшее значение показателя также зафиксировано в зернопаропропашном севообороте – 156 мг/кг.

Органо-минеральная система удобрений, при одинарных дозах обоих видов удобрения, позволила накопить гидролизующего азота в пределах 155...166 мг/кг, в зависимости от севооборота, что на 5...15 мг/кг больше, чем без применения удобрений. Применение же совместно органических и минеральных удобрений, в двойных дозах, рассчитанных на расширенное воспроизводство плодородия почвы, довело содержание гидролизующего азота до 172 мг/кг, с максимальным показателем в севообороте с многолетними травами. В то время как в зернопропашном и зернопаропропашном – оставалось практически на прежнем уровне, с небольшим увеличением, которое находится в пределах ошибки опыта.

**Таблица 1 – Содержание щелочногидролизуемого азота в почве, в шестой ротации, мг/кг**

Навоз, т/га	Мин. удобрен.	Глубина, см	В***	Б	М	ЗТП**	ЗП	ЗПП
0	0*	0-30	155	153	147	154	151	150
		30-50	130	136	127	129	130	134
	1	0-30	160	158	155	162	160	150
		30-50	131	130	132	125	136	131
	2	0-30	160	159	157	160	165	151
		30-50	136	131	129	135	131	130
8	0	0-30	153	157	158	158	161	149
		30-50	135	130	130	136	136	125
	1	0-30	161	162	160	162	166	155
		30-50	133	131	128	129	132	131
	2	0-30	161	163	163	165	166	157
		30-50	140	139	131	132	142	136
16	0	0-30	163	162	161	167	163	156
		30-50	129	129	128	131	128	126
	1	0-30	166	162	161	167	168	155
		30-50	146	132	124	132	135	134
	2	0-30	165	166	163	172	166	156
		30-50	140	129	130	139	122	138

НСР<sub>05</sub> для 0-30 см: А – 5,1; В – 5,3; С – 2,8; D – 2,3

Примечание \*Зерноотравнопропашной – N<sub>46</sub>P<sub>56</sub>K<sub>56</sub>, зернопропашной – N<sub>64</sub>P<sub>64</sub>K<sub>64</sub> и зернопаропропашной – N<sub>64</sub>P<sub>58</sub>K<sub>58</sub>;

\*\*ЗТП – зерноотравнопропашной, ЗП – зернопропашной, ЗПП – зернопаропропашной севообороты;

\*\*\*В – отвальная обработка, Б – безотвальной, М – минимальная обработка почвы.

Влияние обработки почвы чётко отмечено лишь без применения удобрений, где при проведении минимальной обработки содержание гидролизуемого азота значительно снизилось в сравнении с глубокими обработками, а действие отвальной и безотвальной обработки находилось в пределах ошибки опыта. Зернопаропропашной севооборот способствовал меньшему накоплению азота, чем зернопропашной и зернотравянопропашной севообороты, причем между ЗТП и ЗП различия не существенны. Данную закономерность возможно объяснить большим содержанием в структуре севооборота пропашных культур, способствующих большому выносу азота из почвы.

Согласно исследованиям Соловиченко В.Д. (2013), между уровнем потенциального плодородия почвы и нитрифицирующей способностью прослеживается чёткая взаимозависимость. Интенсивность протекания процесса нитрификации является идентификатором микробиологической активности почвы [5].

С увеличением глубины почвенного горизонта нитрифицирующая способность почвы уменьшалась, что наблюдается во всех севооборотах и независимо от системы применяемых удобрений (табл. 2). Что наиболее заметно при сравнении обработок почвы, так без применения удобрений в пахотном слое почвы отмечалось 14,6...19,5 мг/кг, в слое почвы 30-50 см – 5,8...11,1 мг/кг, то есть произошло снижение на 6,4...13,0 мг/кг или 37...67%. При использовании двойных доз минеральных удобрений уменьшение составило 10,1...16,4 мг/кг или 54...63%. А при применении органической системы удобрений в удвоенных дозах снижение нитрифицирующей способности произошло на 11,4...14,6 мг/кг – 52...68%.

Зернопропашной севооборот способствовал небольшому росту нитрифицирующей способности практически на всех вариантах, однако данная закономерность отмечается как тенденция.

Внесение минеральных удобрений обеспечивало рост нитрифицирующей способности, как в единичной, так и в двойной дозе, что является математически доказанной закономерностью. Так, рассматривая севообороты, отмечено, что внесение удвоенной дозы минеральных удобрений увеличило данный показатель на 7,1 мг/кг в зернотравянопропашном севообороте, 4,9 мг/кг – в зернопропашном и 0,3 мг/кг – в зернопаропропашном, то есть с ростом количества пропашных культур в севообороте действие минеральных удобрений постепенно нивелировалось.

**Таблица 2 – Показатели нитрифицирующей способности в шестой ротации, мг/кг**

Навоз, т/га	Мин. удобрен.	Глубина, см	В***	Б	М	ЗТП	ЗП	ЗПП
0	0*	0-30	14,6	17,5	19,5	14,7	18,0	18,9
		30-50	5,8	11,1	6,5	6,5	10,0	6,9
	1	0-30	17,6	19,6	18,8	19,9	20,6	15,5
		30-50	8,3	8,6	7,3	10,1	7,4	6,8
	2	0-30	19,3	26,0	18,7	21,8	22,9	19,2
		30-50	7,4	9,6	8,6	7,2	8,5	10,0
8	0	0-30	18,2	18,5	19,4	19,7	21,8	14,7
		30-50	9,3	8,0	11,0	11,0	9,7	7,6
	1	0-30	25,5	18,8	22,3	19,5	23,4	23,6
		30-50	9,6	5,7	6,7	8,3	7,7	6,0
	2	0-30	20,6	20,2	24,1	20,5	26,0	18,4
		30-50	13,5	10,8	7,5	8,6	15,1	8,1
16	0	0-30	22,1	21,5	20,3	18,7	26,0	19,3
		30-50	10,7	6,9	8,3	8,8	7,5	9,6
	1	0-30	23,6	22,9	24,4	17,1	29,1	24,8
		30-50	12,1	11,6	9,5	7,9	14,3	11,0
	2	0-30	25,0	28,1	27,2	22,5	32,7	25,1
		30-50	10,8	9,4	6,1	9,1	10,3	6,9
НСР <sub>05</sub> для 0-30 см: А – 15,2; В – 2,5; С – 2,7; D – 2,5								

Примечание. \*Зернотравянопропашной – N<sub>46</sub>P<sub>56</sub>K<sub>56</sub>, зернопропашной – N<sub>64</sub>P<sub>64</sub>K<sub>64</sub> и зернопаропропашной – N<sub>64</sub>P<sub>58</sub>K<sub>58</sub>;

\*\*\*ЗТП – зернотравянопропашной, ЗП – зернопропашной, ЗПП – зернопаропропашной севообороты;

\*\*\*В –отвальная обработка, Б – безотвальная, М – минимальная обработка почвы.

Применение подстилочного навоза КРС в дозе 80 т/га также увеличивало показатель нитрифицирующей способности до 18,7 мг/кг в севообороте с многолетними травами, до 26,0 мг/кг в зернопропашном и до 19,3 мг/кг – в зернопаропропашном.

Сопоставляя данные продуцирования нитратов после компостирования при использовании органо-минеральной системы удобрений с вариантом без использования каких-либо удобрений, следует отметить высокий рост нитрифицирующей способности – на 7,8 мг/кг в зернотравянопропашном севообороте, 14,7 – в зернопропашном и 6,2 мг/кг – в зернопаропропашном, где также доминирует рост в зернопропашном севообороте, однако разница с другими севооборотами находится в пределах ошибки опыта.

Анализируя азотный режим чернозёма типичного, необходимо сопоставить его с урожайностью основных возделываемых культур. Так, наиболее тесная связь отмечена между урожайностью и методом определения нитратов в почве, при этом это отражается как с озимой пшеницей, так и с сахарной свёклой (табл. 3). В зернотравянопропашном севообороте теснота связи была высокая: при сравнении озимой пшеницы с нитратами она составляла 0,78, а в случае сахарной свёклы – 0,80 (согласно градации определения степени корреляционной зависимости входит в пределы 0,70-0,90 – высокая [6]). В

зернопропашном и зернопаропропашном севообороте коэффициенты корреляции сопоставления нитратов и урожайности озимой пшеницы составляли 0,64 и 0,56 соответственно – заметная степень корреляционной зависимости. При сопоставлении нитратной формы азота и урожайности сахарной свёклы – 0,70 и 0,62, в зависимости от севооборотов.

Самый низкий коэффициент корреляции зафиксирован между показателями нитрифицирующей способности и урожайностью таких культур, как озимая пшеница и сахарная свёкла. Согласно таблице Чеддока по определению корреляционной зависимости, степень корреляции является умеренной – входит в пределы 0,30-0,50, что характерно для обеих культур, лишь в зернопропашном севообороте коэффициент корреляции для сахарной свёклы составил 0,60. Метод определения нитрифицирующей способности достаточно трудоёмкий и дорогостоящий, поэтому определение нитратного азота представляет больший интерес.

**Таблица 3 – Коэффициенты корреляции между урожайностью основных культур и содержанием различных форм азота в чернозёме типичном**

Озимая пшеница			
Формы азота	ЗТП	ЗП	ЗПП
N-NO <sub>3</sub>	0,78	0,64	0,56
N <sub>r</sub>	0,56	0,60	0,27
Нитрифицирующая способность	0,41	0,47	0,33
Сахарная свёкла			
Формы азота	ЗТП	ЗП	ЗПП
N-NO <sub>3</sub>	0,80	0,70	0,62
N <sub>r</sub>	0,58	0,63	0,38
Нитрифицирующая способность	0,43	0,60	0,41

**Заключение.** Таким образом, результаты проведённых исследований показали, что изменение элементов технологии возделывания в большей или меньшей степени отражается на азотном режиме чернозёма типичного, а основной показатель продуктивности пашни – урожайность культур, напрямую зависит от содержания азота в почве. Такой важный показатель плодородия почвы, как нитрифицирующая способность почвы, находится под влиянием структуры севооборота и с увеличением количества пропашных культур действие минеральных удобрений постепенно сглаживается.

Среди разных методов определения форм азота наибольшие коэффициенты корреляции отмечены между урожайностью основных культур и нитратным азотом.

#### Библиография

1. Лукин С.В. Эколого-агрохимические основы адаптивных систем земледелия для эрозионно-опасных и загрязнённых тяжёлыми металлами агроландшафтов в ЦЧР России // Автореферат дисс... доктора с.-х. наук. – М. : ВИУА, 1999. – 46 с.
2. Практикум по агрохимии / Под редакцией В.Г. Минеева. Изд-во Московского университета. 1989. 304 с.
3. Соловichenко В.Д., Тютюнов С.И. Почвенный покров Белгородской области и его рациональное использование. Белгород. 2013. 371 с.
4. Навольнева Е.В. Азотный режим чернозёма в зависимости от удобрений, способов обработки и севооборотов / Е.В. Навольнева, В.Д. Соловichenко, А.Г. Ступаков, М.А. Куликова // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов. – Курск : Издательство ФГБНУ «Курский ФАНЦ». 2019. С. 373–376.
5. Лукин С.В. Экологические основы земледелия. – Белгород : Издательство «Отчий край». 2006. 288 с.
6. Хамидуллин Р.Я. Теория вероятности и математическая статистика. – Москва : Издательство «Университет Синергия». 2020. 272 с.

#### References

1. Lukin S.V. Ecological and agrochemical foundations of adaptive farming systems for erosion-hazardous and heavy metal-contaminated agricultural landscapes in the Central Park of Russia // Abstract of the dissertation of the Doctor of agricultural Sciences. – M. : VIUA, 1999. – 46 p.
2. Workshop on agrochemistry / Edited by V.G. Mineev. Moscow University Publishing House. 1989. 304 p.
3. Solovichenko V.D., Tyutyunov S.I. Soil cover of the Belgorod region and its rational use. Belgorod. 2013. 371 p.
4. Navolneva E.V. Nitrogen regime of chernozem depending on fertilizers, processing methods and crop rotations / E.V. Navolneva, V.D. Solovichenko, A.G. Stupakov, M.A. Kulikova // Problems and prospects of scientific and innovative support of agro-industrial complex of regions. – Kursk : Publishing house of FGBNU «Kursk FANZ». 2019. Pp. 373–376.
5. Lukin S.V. Ecological foundations of agriculture. – Belgorod : Publishing house «Fatherland». 2006. 288 p.
6. Hamidullin R.Ya. Probability theory and mathematical statistics. – Moscow : Publishing house «Synergy University». 2020. 272 p.

#### Сведения об авторах

Тютюнов Сергей Иванович, академик РАН, директор, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Белгородский Федеральный аграрный научный центр Российской академии наук». Адрес: 308001, г. Белгород, ул. Октябрьская, 58 тел. (4722) 27-64-76.

Навольнева Екатерина Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории плодородия почв и мониторинга, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Белгородский Федеральный аграрный научный центр Российской академии наук». Адрес: 308001, г. Белгород, ул. Октябрьская, 58 тел. 89103262054, E-mail: Navekavika@gmail.com.

Пойменов Артём Сергеевич, младший научный сотрудник лаборатории плодородия почв и мониторинга, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Белгородский Федеральный аграрный научный центр Российской академии наук». Адрес: 308001, г. Белгород, ул. Октябрьская, 58 тел. 89192805452.

Шестопалов Игорь Олегович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Белгородский Федеральный аграрный научный центр Российской академии наук». Адрес: 308001, г. Белгород, ул. Октябрьская, 58 тел. 89517698002.

Придачина Лариса Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Белгородский Федеральный аграрный научный центр Российской академии наук». Адрес: 308001, г. Белгород, ул. Октябрьская, 58 тел. 89092085236.

#### **Information about authors**

Tyutyunov Sergey Ivanovich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director, Federal State Budgetary Scientific Institution «Belgorod Federal Agrarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences». Address: 308001, Belgorod, Oktyabrskaya str., 58. tel. (4722) 27-64-76.

Navolneva Ekaterina Viktorovna, Candidate of Agricultural Sciences, Researcher at the Laboratory of Soil Fertility and Monitoring, Federal State Budgetary Scientific Institution «Belgorod Federal Agrarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences». Address: 308001, Belgorod, Oktyabrskaya str., 58 tel. 89103262054, E-mail: Navekavika@gmail.com.

Poimenov Artem Sergeevich, Junior Researcher at the Laboratory of Soil Fertility and Monitoring, Federal State Budgetary Scientific Institution «Belgorod Federal Agrarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences». Address: 308001, Belgorod, Oktyabrskaya str., 58. tel. 89192805452.

Shestopalov Igor Olegovich, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Breeding and Seed Production of Winter Wheat, Federal State Budgetary Scientific Institution «Belgorod Federal Agrarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences». Address: 308001, Belgorod, Oktyabrskaya str., 58. tel. 89517698002.

Pridachina Larisa Nikolaevna, Candidate of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the Department of Breeding and Seed Production, Federal State Budgetary Scientific Institution «Belgorod Federal Agrarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences». Address: 308001, Belgorod, Oktyabrskaya str., 58. tel. 89092085236.

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

УДК 330.322

*В.Л. Аничин, А.И. Добрунова, Н.Ю. Яковенко*

### АНАЛИЗ «ПРОСТОГО» СПОСОБА РАСЧЕТА СРОКА ОКУПАЕМОСТИ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЙ

**Аннотация.** Цель статьи состоит в конструктивной критике «простого» способа расчета окупаемости капитальных вложений. Материалы и методы: проанализированы научные и учебно-методические публикации, а также содержание web-сайтов, в которых предлагается использовать «простой» способ расчета окупаемости капитальных вложений для принятия инвестиционных решений. Критика указанного способа построена на примерах, демонстрирующих его неадекватность. Результаты: неадекватность «простого» способа доказана тремя объективными фактами. Во-первых, использованием в знаменателе расчетной формулы величины чистой прибыли, в результате чего срок окупаемости завышается. Во-вторых, использованием по умолчанию предположения, что получаемая ежегодно прибыль неизменна по своей величине. В-третьих, игнорированием фактора времени и, соответственно, необходимости привести денежные потоки к сопоставимому по времени виду. Выводы: «простой» способ расчета срока окупаемости капитальных вложений не имеет существенных преимуществ по трудоемкости и сложности вычислительных процедур по сравнению со способом, изложенным в методических рекомендациях, утвержденных Минэкономки, Минфином и Госстроем РФ. «Простой» способ расчета срока окупаемости капитальных вложений не является универсальным инструментом для экономической оценки инвестиций, капитальных вложений и инвестиционных проектов. Область его применения ограничена случаями, когда экономический эффект имеет форму аннуитета. Под экономическим эффектом от эксплуатации объекта капитальных вложений здесь следует понимать разницу между выручкой, с одной стороны, и суммой материальных затрат, оплаты труда и налогов, с другой стороны. Применение «простого» способа для преобладающего числа других случаев чревато существенными ошибками в определении сроков окупаемости, что в свою очередь сопряжено с принятием неверных инвестиционных решений.

**Ключевые слова:** капитальные вложения, инвестиции, инвестиционный проект, срок окупаемости, экономический эффект, методика расчета.

### ANALYSIS OF A «SIMPLE» WAY TO CALCULATE THE PAYBACK PERIOD OF INVESTMENTS

**Abstract.** The purpose of the article is to constructively criticize the «simple» way of calculating the return on capital investments. Materials and methods: scientific and educational publications, as well as the content of web sites are analyzed, in which it is proposed to use a «simple» method of calculating the return on capital investments for making investment decisions. Criticism of this method is based on examples demonstrating its inadequacy. Results: the inadequacy of the «simple» method is proved by three objective facts. Firstly, by the fact that the use of the net profit in the denominator of the calculation formula, as a result of which the payback period is overstated. Secondly, by using the default assumption that the profit received annually is unchanged in its magnitude. Thirdly, ignoring the time factor and, accordingly, the need to bring cash flows to a comparable form in time. Conclusions: The «simple» method of calculating the payback period of capital investments has no significant advantages in terms of the complexity and complexity of computational procedures compared to the method set out in the methodological recommendations approved by the Ministry of Economy, the Ministry of Finance and Gosstroy of the Russian Federation. The «simple» method of calculating the payback period of capital investments is not a universal tool for the economic evaluation of investments, capital investments and investment projects. The scope of its application is limited to cases where the economic effect is in the form of an annuity. The economic effect of the operation of the object of capital investments here should be understood as the difference between revenue, on the one hand, and the amount of material costs, wages and taxes, on the other hand. The use of a «simple» method for the predominant number of other cases is fraught with significant errors in determining the payback period, which in turn is associated with making incorrect investment decisions.

**Keywords:** capital investments, investments, investment project, payback period, economic effect, calculation method.

**Введение.** Основные положения и методы обоснования и расчета экономического эффекта и экономической эффективности инвестиционных проектов изложены в Методических рекомендациях по оценке эффективности инвестиционных проектов [6] (далее по тексту – МР), утвержденных Минэкономки, Минфином и Госстроем РФ в 1999 г. По мнению В.М. Серова, этот документ сыграл важную роль в становлении методологии и методов оценки экономической эффективности инвестиций на современном этапе, а также в овладении отечественными специалистами знаниями и умениями в указанной области [9]. Преобладающее число публикаций, в которых упоминается порядок расчета срока окупаемости капитальных вложений, инвестиций либо инвестиционных проектов, коррелируют с положениями, содержащимися в МР [6], и в других нормативных актах.

Так, С.А. Сироткин и Н.Р. Кельчевская, ссылаясь на ФЗ «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений», констатируют, что капитальные вложения инвестиционного проекта окупаются тогда и только тогда, когда сумма накопленной чистой прибыли и амортизации превысит величину капитальных вложений [10]. В учебных пособиях, подготовленных с учетом положений МР, моментом окупаемости называется наиболее ранний момент времени, после которого накопленный чистый доход проекта становится и в дальнейшем остается неотрицательным, а сроком окупаемости – продолжительность периода от начала осуществления проекта до момента окупаемости [1, 2]. В свою очередь чистый доход проекта трактуется как разница между притоками и оттоками денежных средств, порождаемых проектом. Ю.Н. Щекочихина определяет дисконтированный срок окупаемости проекта как минимальный временной интервал (от начала осуществления проекта), за пределами которого чистый дисконтированный доход проекта становится и в дальнейшем остается неотрицательным [12]. Информационной основой расчета срока окупаемости и дисконти-

рованного срока окупаемости проекта служат денежные потоки – увязанные со временем поступления и платежи денежных средств.

Наряду с подобными публикациями, в которых излагаются современные подходы к оценке срока окупаемости проекта и предпринимаются попытки внести усовершенствования в методику его расчета, встречаются работы, содержащие рудименты давно устаревшего способа, который часто именуется «простым».

Например, при том, что имеется информация о денежных потоках, Е.В. Юровских использует следующую формулу расчета срока окупаемости проекта:  $RVP = I / (Дп + Ам)$ , где:  $I$  – инвестиции,  $Дп$  – денежный поток за один период,  $Ам$  – амортизация [13]. Эту формулу можно было бы принять, как пригодную для случая, когда денежные потоки распределены равномерно, предварительно исключив из знаменателя амортизационные отчисления.

Но если в отношении метода определения срока окупаемости инвестиционного проекта сформировалось единое представление, то в отношении способа расчета срока окупаемости капитальных вложений (инвестиций) наблюдается значительный разброс мнений, несмотря на то, что ГОСТ Р 53056-2008 гласит: «Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений – это период времени (лет), в течение которого экономия совокупных денежных средств, полученная в результате дополнительных капитальных вложений, достигает размера этих капитальных вложений» [5].

О.В. Чернова отмечает значительное расхождение результатов оценки срока окупаемости при использовании различных методик расчета. Неоднозначность трактовки «срока окупаемости» и правил его исчисления затрудняет, по ее мнению, сравнение вариантов капитальных вложений [11].

Если П.В. Антонов, О.О. Злобина и М.А. Мезенцева трактуют срок окупаемости капитальных вложений как продолжительность периода, за который отдача на капитал достигнет значения суммы первоначальных вложений [3] (по аналогии с ГОСТ Р 53056-2008), то М.В. Власов полагает, что в расчетах полного срока окупаемости инвестиций, направляемых на реконструкцию, уместно использование «простой» формулы окупаемости инвестиций:

$$T_{нп} = \frac{I}{\Xi}, \quad (1)$$

где  $I$  – размер инвестиций, руб.;

$\Xi$  – величина суммарного годового эффекта от реконструкции, руб. [4].

При этом не поясняется, что предлагается понимать под эффектом от реконструкции, а это, в связи с разночтениями и вариативностью содержания понятия «экономический эффект», имеет принципиальное значение.

На многих сайтах, содержанием которых могут воспользоваться все желающие, и которые в первую очередь предлагаются браузерами на запрос «срок окупаемости», предлагается «простой» способ расчета срока окупаемости капитальных вложений по формуле (2).

$$T = \frac{K}{\Pi}, \quad (2)$$

$T$  – срок окупаемости капитальных вложений, лет;

$K$  – сумма единовременных капитальных вложений, млн руб.;

$\Pi$  – чистая годовая прибыль, млн руб.

А.В. Пластинин и Е.В. Ширшов, комментируя возможность применения формулы (2), отмечают, что простота расчетов сопровождается рядом недостатков. Во-первых, вероятность того, что прибыль из года в год будет равна одной и той же сумме, очень мала. Во-вторых, единовременность вложений – это также лишь предположение. В-третьих, не принимаются во внимание другие проявления фактора времени [8].

**Результаты исследования.** Свой критический анализ начнем с утверждения того, что нет оснований считать этот способ простым, поскольку чтобы воспользоваться формулой (2), необходимо выяснить, чему равна чистая прибыль, полученная в результате капитальных вложений. Если известны денежные потоки, по которым рассчитана чистая прибыль, то не будет более сложным другой способ расчета срока окупаемости – по динамике накопленного совокупного денежного потока. Иными словами, по трудоемкости и вычислительным процедурам «простой» способ не отличается от способа, описанного в МР.

Однако вопрос о том, насколько способ является простым, всегда будет второстепенным по отношению к вопросу, позволяет ли этот способ получить адекватное решение. Сомнения в адекватности «простого» способа обусловлены тремя очевидными обстоятельствами. Во-первых, использованием в знаменателе расчетной формулы величины чистой прибыли. Во-вторых, использованием по умолчанию предположения, что получаемая ежегодно прибыль неизменна по своей величине. В-третьих, игнорированием фактора времени и, соответственно, необходимости привести денежные потоки к сопоставимому по времени виду.

Неадекватность «простого» способа в связи с первым обстоятельством демонстрирует следующие примеры (таблица 1).

**Таблица 1 – Примеры неадекватности «простого» способа в связи с использованием в знаменателе расчетной формулы величины чистой прибыли**

Показатели	Условные примеры	
	А	Б
Капитальные вложения, млн руб.	10	10
Срок службы объекта капиталовложений, лет	5	5
Годовая чистая прибыль от использования объекта капитальных вложений, млн руб.	1	0
Срок окупаемости по «простой» формуле, лет	$10 / 1 = 10$	$10 / 0 = \infty$

В условном примере «А» срок окупаемости, рассчитанный «простым» способом, равен 10 годам, а в примере «Б» – равен бесконечности при том, что срок службы объекта капиталовложений составляет 5 лет. Как трактовать такую продолжительность срока окупаемости в контексте анализа целесообразности инвестиций? В этих примерах напрашивается вывод об отказе в инвестициях.

Однако факт того, что срок окупаемости капиталовложений оказывается больше срока службы объекта капиталовложений, свидетельствует о неадекватности «простого» способа расчета, но не о неэффективности инвестиций, по крайней мере, в примере «А».

В действительности неотрицательная чистая прибыль является признаком того, что капиталовложения окупаются в пределах срока службы объекта капитальных вложений. Если игнорировать фактор времени и допустить, что разница между выручкой, с одной стороны, и суммой материальных затрат, оплаты труда и налогов, с другой стороны, ежегодно равна одной и той же величине, то срок окупаемости капиталовложений можно рассчитать по формуле (3).

$$T = \frac{K}{\Delta} \quad (3)$$

T – срок окупаемости капитальных вложений, лет;

K – сумма единовременных капитальных вложений, млн руб.;

Δ – годовой экономический эффект, млн руб.

Формула (3) более дееспособна, чем формула (2) при условии, что под экономическим эффектом понимается не чистая прибыль, а разница между выручкой, с одной стороны, и суммой материальных затрат, оплаты труда и налогов. Экономический эффект здесь больше чистой прибыли на величину амортизационных отчислений.

В условных примерах «А» и «Б» ежегодные амортизационные отчисления составляют 2 млн руб. (10 млн руб. / 5 лет). Следовательно, годовой экономический эффект в примере «А» равен  $1 + 2 = 3$  млн руб., а в примере «Б»  $0 + 2 = 2$  млн руб. Соответственно, срок окупаемости капиталовложений в примере «А» равен  $10 / 3 = 3,3$  года, а в примере «Б» –  $10 / 2 = 5$  лет.

Неадекватность «простого» способа в связи с третьим обстоятельством подтверждается, с одной стороны, тем, что как отмечают А.В. Пластинин и Е.В. Ширшов, на практике капитальные вложения, текущие затраты, выручка распределяются во времени не равномерно [8], а с другой – тем, что не принимается во внимание изменение стоимости денег во времени.

В таблице 2 представлены разновидности примера «А», по каждой из которых среднегодовой экономический эффект равен 3 млн руб. и, соответственно по формуле (3) срок окупаемости капиталовложений по всем вариантам равен  $10 / 3 = 3,3$  года.

**Таблица 2 – Пример неадекватности «простого» способа в связи с игнорированием фактора времени**

Примеры	Распределение экономического эффекта по годам расчетного периода, млн руб.				
	1 г.	2 г.	3 г.	4 г.	5 г.
А-1	3	3	3	3	3
А-2	5	4	3	2	1
А-3	1	2	3	4	5

Однако, очевидно, что вариант «А-2» является для инвестора наиболее предпочтительным, поскольку обеспечивает скорейший возврат вложенных средств. Оценка срока окупаемости по этому варианту в соответствии с МР составляет менее 3 лет, тогда как по варианту «А-1» – менее 4 лет, а по варианту «А-3» – 4 года.

**Выводы.** «Простой» способ расчета срока окупаемости капитальных вложений не имеет существенных преимуществ по трудоемкости и сложности вычислительных процедур по сравнению со способом, изложенным в МР.

«Простой» способ расчета срока окупаемости капитальных вложений не является универсальным инструментом для экономической оценки инвестиций, капитальных вложений и инвестиционных проектов. Область его применения ограничена случаями, когда экономический эффект имеет форму аннуитета. Под экономическим эффектом от эксплуатации объекта капитальных вложений здесь следует понимать разницу между выручкой, с одной стороны, и суммой материальных затрат, оплаты труда и налогов, с другой стороны. Численно экономический эффект равен сумме чистой прибыли и амортизационных отчислений.

Применение «простого» способа для преобладающего числа других случаев чревато существенными ошибками в определении сроков окупаемости, что в свою очередь сопряжено с принятием неверных инвестиционных решений.

### Библиография

1. Алексанов Д.С., Кошелев В.М. Экономическая оценка инвестиций. – М. : Колос – Пресс, 2002. – 382 с.
2. Аничин В.Л., Добрунова А.И., Яковенко Н.Ю. Планирование и оценка проектов: учебное пособие / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. – Белгород : ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. – 139 с.
3. Антонов П.В., Злобина О.О., Мезенцева М.А. Развитие методики оценки эффективности капитальных вложений // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 2 (43). С. 46–56.
4. Власов М.В. Расчет полного срока окупаемости инвестиций в реконструкцию оросительных систем // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2018. № 2 (70). С. 78–80.
5. ГОСТ Р 53056-2008 Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200068708> (дата обращения: 12.07.23).
6. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. – М. : ОАО «НПО «Издательство «Экономика», 2000 с.
7. Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений / Федеральный закон от 25.02.1999 N 39-ФЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901727484> (дата обращения: 12.07.23).
8. Пластинин А.В., Ширшов Е.В. Бизнес-план: теория и практика разработки: учебное пособие / 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательский дом Академии Естествознания, 2019. – 148 с.
9. Серов В.М. О развитии методологии и методов анализа и оценки экономической эффективности капиталовложений инвестиционно-строительных проектов // Экономика строительства. 2017. № 5 (47). С. 18–29.
10. Сироткин С.А., Кельчевская Н.Р. Срок окупаемости инвестиционных проектов: проблемы и способы решений // Вестник УГТУ-УПИ. Серия: Экономика и управление. 2009. № 2. С. 100–108.
11. Чернова О.В. Методологические аспекты оценки срока окупаемости инвестиционного проекта в условиях неопределенности // Контроллинг. 2022. № 2 (84). С. 58–65.

12. Щекочихина Ю.Н. Экономическое обоснование технических решений: уч. пос. – М. : Российский университет транспорта (МИИТ), 2018. – 91 с.
13. Юровских Е.В. Бизнес-план минипекарни «Хлеб по бабушкиным рецептам» // Научный альманах. 2016. № 1-1 (15). С. 334–342.

#### References

1. Aleksanov D.S., Koshelev V.M. Economic assessment of investments. – М. : Kolos – Press, 2002. – 382 p.
2. Anichin V.L., Dobrunova A.I., Yakovenko N.Yu. Project planning and evaluation: textbook / Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Belgorod State Agrarian University. – Belgorod : Belgorod State Agrarian University, 2022. – 139 p.
3. Antonov P.V., Zlobina O.O., Mezentseva M.A. Development of the methodology for evaluating the effectiveness of capital investments // Bulletin of the Izhevsk State Agricultural Academy. 2015. № 2 (43). Pp. 46–56.
4. Vlasov M.V. Calculation of the full payback period of investments in the reconstruction of irrigation systems // Ways to improve the efficiency of irrigated agriculture. 2018. № 2 (70). Pp. 78–80.
5. GOST R 53056-2008 Agricultural machinery. Methods of economic assessment. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200068708> (date of reference: 12.07.23).
6. Methodological recommendations for evaluating the effectiveness of investment projects. – М. : JSC «NPO "Publishing House «Economics», 2000.
7. On investment activities in the Russian Federation carried out in the form of capital investments / Federal Law № 39-FZ of 25.02.1999. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901727484> (date of reference: 12.07.23).
8. Platinin A.V., Shirshov E.V. Business plan: theory and practice of development: textbook / 3rd ed.– М. : Publishing House of the Academy of Natural Sciences, 2019. – 148 p.
9. Serov V.M. On the development of methodology and methods of analysis and evaluation of the economic efficiency of capital-forming investment and construction projects // Economics of construction. 2017. № 5 (47). Pp. 18–29.
10. Sirotkin S.A., Kelchevskaya N.R. Payback period of investment projects: problems and solutions // Bulletin of USTU-UPI. Series: Economics and Management. 2009. № 2. Pp. 100–108.
11. Chernova O.V. Methodological aspects of assessing the payback period of an investment project in conditions of uncertainty // Controlling. 2022. № 2 (84). Pp. 58–65.
12. Shchekochikhina Yu.N. Economic justification of technical solutions: academic settlement. – М. : Russian University of Transport (МИТ), 2018. – 91 p.
13. Yurovskikh E.V. Business plan of the mini bakery «Bread according to grandmother's recipes» // Scientific Almanac. 2016. № 1-1 (15). Pp. 334–342.

#### Сведения об авторах

Аничин Владислав Леонидович, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики, 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, доктор экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: [dobrunova\\_ai@bsaa.edu.ru](mailto:dobrunova_ai@bsaa.edu.ru).

Яковенко Наталья Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская область, Россия, 308503, e-mail: [nata.jackovencko2010@yandex.ru](mailto:nata.jackovencko2010@yandex.ru).

#### Information about authors

Anichin Vladislav Leonidovich, Doctor of Economics, Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, tel. +79038860493, e-mail: [vladislavanichin@rambler.ru](mailto:vladislavanichin@rambler.ru).

Dobrunova Alina Ivanovna, Doctor of Economics, Associate Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: [dobrunova\\_ai@bsaa.edu.ru](mailto:dobrunova_ai@bsaa.edu.ru).

Yakovenko Natalya Yuryevna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Mayskiy, Belgorod region, Russia, e-mail: [nata.jackovencko2010@yandex.ru](mailto:nata.jackovencko2010@yandex.ru).

УДК 338.43

*Н.И. Човган, О.С. Акупиян*

## ИННОВАЦИОННЫЙ АСПЕКТ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРАРНОГО СЕКТОРА

**Аннотация.** Ситуация сложилась таким образом, когда развитие любой страны мира невозможно без внедрения новых технологий. Однако, простое технологическое обновление отдельных предприятий или даже отраслей может не создать экономической системы, специализирующейся именно на инновациях. В основе подобной системы должны быть институциональные положения, которые бы побудили экономические субъекты воспроизводить свою деятельность на основе современных технологий и новаций.

Как показывает практика, в сельском хозяйстве инновационный путь является единственно возможным в современных условиях. Данная тенденция в первую очередь связана с тем, что земельные ресурсы не безграничны, а трудовые из года в год сокращаются. Поэтому дальнейший рост объемов производства возможен только на пути инновационно-инвестиционного развития.

В статье исследуются особенности и перспективы институционального развития предприятий аграрного сектора, в деятельности которых заложены инновационные основы. Раскрываются перспективные направления институциональных изменений в аграрном секторе экономики. Доказано, что на обеспечение гармоничного инновационного развития предприятий АПК влияет политика территориальных инновационных кластеров, реализация которой способствует усилению положительных институциональных эффектов на инновационной основе.

**Ключевые слова:** инновации, инновационный процесс, аграрный сектор, экономические системы.

### INNOVATIVE ASPECT OF INSTITUTIONAL TRANSFORMATION OF AGRICULTURAL SECTOR ENTERPRISES

**Abstract.** The situation has developed in such a way that the development of any country in the world is impossible without the introduction of new technologies. However, a simple technological upgrade of individual enterprises or even industries may not create an economic system specializing specifically in innovation. Such a system should be based on institutional provisions that would encourage economic entities to reproduce their activities on the basis of modern technologies and innovations.

As practice shows, in agriculture, the innovative way is the only possible one in modern conditions. This trend is primarily due to the fact that land resources are not unlimited, and labor is declining from year to year. Therefore, further growth in production volumes is possible only on the path of innovation and investment development.

The article examines the features and prospects of the institutional development of enterprises in the agricultural sector, in the activities of which innovative foundations are laid. Promising directions of institutional changes in the agricultural sector of the economy are revealed. It is proved that the policy of territorial innovation clusters, the implementation of which contributes to the strengthening of positive institutional effects on an innovative basis, affects the harmonious innovative development of agricultural enterprises.

**Keywords:** innovation, innovation process, agricultural sector, economic systems.

**Введение.** Агропромышленный комплекс представляет собой одно из важнейших звеньев народного хозяйства России, а инновационный путь является единственно возможным в современных условиях. Это в первую очередь связано с тем, что земельные ресурсы не возобновляются естественным путем, а трудовые – имеют стремительную тенденцию к сокращению. Поэтому дальнейший рост объемов производства возможен только на пути инновационно-инвестиционного развития.

На практике результаты исследований и разработок проявляются в виде производства новых (усовершенствованных):

- сортов растений, пород и видов животных и кроссов птицы;
- продуктов питания, материалов;
- технологий в растениеводстве, животноводстве и перерабатывающей промышленности;
- удобрений и средств защиты растений и животных;
- методов профилактики и лечения животных и птиц;
- форм организации и управления;
- подходов к социальным услугам, позволяющим повысить эффективность производства.

С точки зрения объектов инноваций, участвующих в производственных процессах, инновации в АПК представляют собой «...процессы, затрагивающие непосредственно нововведения, участниками которых являются люди, машины и оборудование, а также элементы биосистемы, существование которых в естественной среде невозможно или возможно только с потерей базовых функциональных характеристик» [5].

Исходя из внутренних и внешних взаимосвязей и взаимодействий в агропромышленном производстве, агроинновации распределяются по группам:

- 1) «...инновации, направленные на совершенствование объектов, взаимодействующих в процессе производства продукции;
- 2) инновации, направленные на совершенствование взаимодействий внутри агропроизводственной системы;
- 3) инновации, направленные на совершенствование взаимодействия с внешней средой функционирования агробизнеса» [3].

Практика свидетельствует, что в секторе АПК процессы инновационного характера наделены особой спецификой, где отличительной особенностью выступает многообразие регионального, отраслевого, функционального, технологического и организационного составляющих. В свою очередь комплексный характер обозначенных инструментов определяет специфические требования к инновационному механизму (нормативно-правовая база инновационного развития, организация и управление, инновационный маркетинг, развитие инновационной инфраструктуры и т.п.).

Также аграрные инновации по сравнению с инновациями в других отраслях экономики отличаются: длительный процесс разработки и преимущественно усовершенствованный характер, исследования живых организмов, ведущая роль исследовательских институтов, зависимость от природной зоны и климата и т.п.

Данная тенденция объясняется, прежде всего, особенностями самого сельского хозяйства, когда основными факторами производства выступают земля, взаимодействие с живыми организмами (растениями, животными, микроорганизмами), сезонный характер производства, высокий уровень риска.

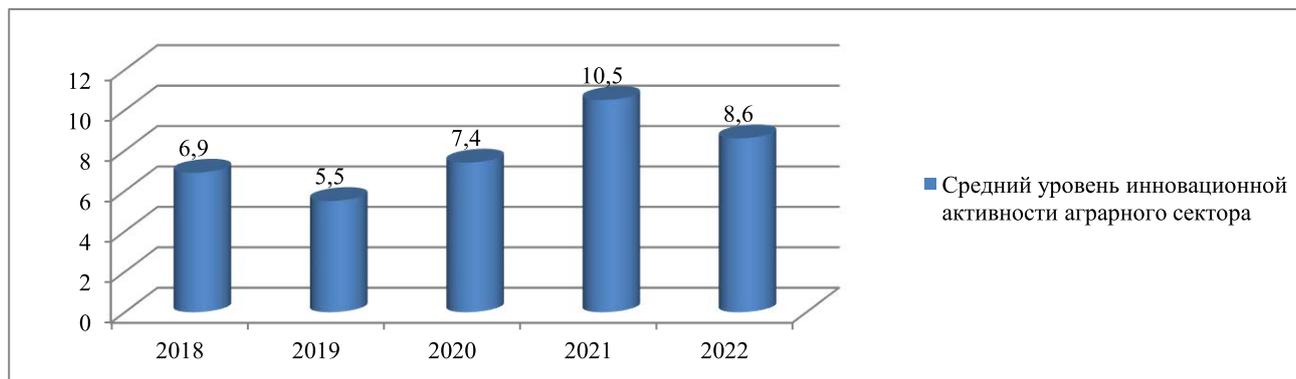
Однако, развитие инновационной составляющей в сельском хозяйстве играет важную роль, поэтому максимальное содействие различным их видам, как на федеральном, так и на региональном уровнях обеспечит масштабный, всеобъемлющий и непрерывный инновационный процесс.

По данным федеральной службы статистики РФ, средний уровень инновационной активности аграрного сектора за последние 5 лет увеличился в 1,7 раза (табл.1). Среди видов экономической деятельности в сельском хозяйстве доминируют направления в сфере выращивания однолетних культур и животноводство. Если же рассматривать в целом инновационное развитие в смешанном сельском хозяйстве, то показатель инновационной активности к концу 2022 года составил 9% от общего объема, при этом на производство пищевых продуктов за аналогичный период приходится 12,9%.

**Таблица 1 – Инновационная активность по видам экономической деятельности аграрного сектора РФ за 2018-2022 гг., (% в общем объеме) [11]**

Показатель	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Отклонение п.п.	
						(+;-) 2022-2018	(%) 2022-2018
Выращивание однолетних культур	4,0	4,8	7,1	8,8	8,6	4,6	+15
Выращивание многолетних культур	1,4	2,4	4,8	5,7	3,6	2,2	↑2,5 раза
Выращивание рассады	5,6	5,0	8,7	13,3	7,7	2,1	+37,5
Животноводство	4,2	4,0	7,5	8,6	8,9	4,7	↑2 раза
Смешанное сельское хоз-во	9,4	2,8	2,5	6,8	9,0	-0,4	-4,3
Производство пищевых продуктов	14,2	12,0	13,4	16,9	12,9	-1,3	-9,1
Производство напитков	10,1	7,9	8,4	13,9	10,1	-	-
Средний уровень АПК	6,9	5,5	7,4	10,5	8,6	1,7	+24,6

Средний уровень отраслевой инновационной активности по всем видам экономической деятельности в секторе АПК за 2018-2022 гг. увеличился на 1,7 п.п. или на 24,6%.



**Рис. 1 – Средний уровень отраслевой инновационной активности АПК за 2018-2022 гг. (в общем объеме, %) [11]**

Необходимо отметить, что инновационная активность представителей аграрного сектора одна из самых низких, и занимает 26 место из 30 представленных Росстатом видов деятельности. Например, в 2022 году на долю представителей металлургической отрасли приходилось 23,7% производства инновационной продукции, на производство машин и оборудования приходилось 34,6% инноваций, производству электроники и компьютерной техники отведено 43,8%.

Следовательно, инновационные институциональные преобразования в аграрном секторе экономики должны способствовать повышению эффективности агропромышленного производства, развитию конкуренции, формированию надлежащей и адекватной инфраструктуры, а также провоцировать инновационные сдвиги в пределах аграрных предприятий, обеспечивающих высокие показатели их экономического роста.

**Цель исследования.** Целью статьи является оценка перспектив развития инновационно ориентированных предприятий аграрного сектора экономики на современном этапе институциональных изменений.

**Материалы и методы.** Методологической основой исследования является синтез результатов фундаментальных и прикладных исследований отечественных и зарубежных ученых по проблемам инновационного развития аграрной сферы и формирования направлений его улучшения. В исследовании применены методы теоретического и эмпирического исследования.

**Результаты исследования.** Становление инновационной модели развития аграрного сектора экономики, по сути, системная проблема, в решении которой значительную роль играет институт аграрной науки как субъект инновационной деятельности и участник инновационного процесса. В то же время нуждаются в решении вопросов такие направления, как:

- капитализация результатов научных исследований;

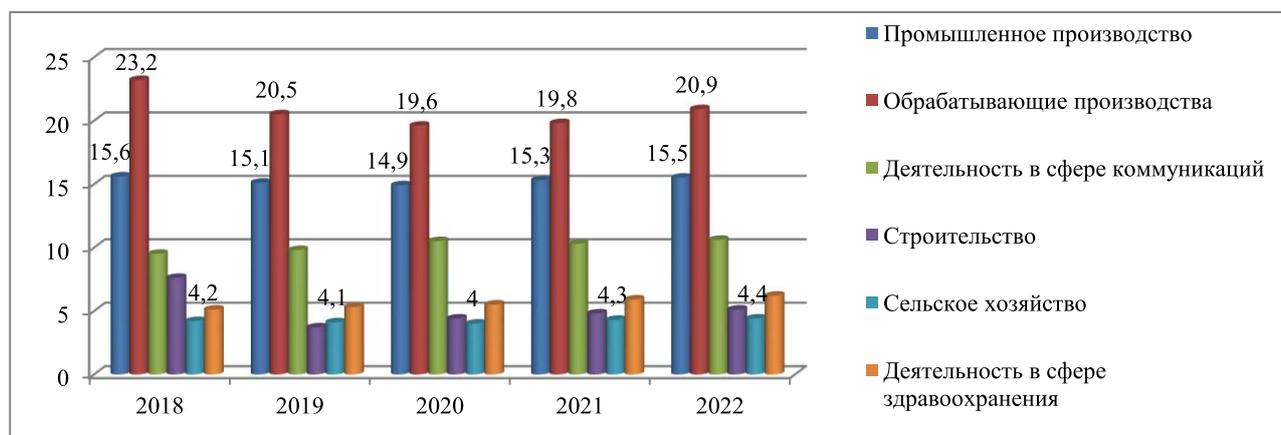
– формирование инфраструктуры рынка инноваций в АПК, способное обеспечить оперативный и эффективный трансфер инноваций, включая усиление ассоциативных связей с производством и развитием инновационного предпринимательства;

- совершенствование управления производства наукоемкой продукции;
- обеспечение необходимого уровня финансирования аграрной науки.

В целом обозначенные мероприятия будут способствовать росту благосостояния населения страны на основе повышения конкурентоспособности отечественного аграрного производства на внутреннем и мировом рынках продовольствия и сырья благодаря внедрению новейших технологий, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур и пород животных, применению альтернативных источников энергии в сельской местности, информационных систем, форм организации хозяйственной деятельности и управления ею, моделей развития экономики и т.п. [3].

Инновационная инфраструктура как определяющее условие эффективной инновационной деятельности обеспечивает финансирование инновационных процессов (в том числе привлечение иностранных инвестиций), формирование конкурентной среды в инновационном секторе экономики, развитие и поддержку инновационного предпринимательства, мотивацию экономических субъектов к инновациям, защиту прав на интеллектуальную собственность, индивидуальный подход к инновационным компаниям и инновационным проектам агропромышленных предприятий.

В данном случае, несмотря на низкую инновационную активность представителей аграрного сектора (рис. 2), где в среднем на их долю приходится порядка 4%, последние пять лет намечена положительная динамика увеличения затрат на инновационную деятельность в сельскохозяйственной отрасли в 2,5 раза (табл. 2).



**Рис. 2 – Уровень инновационной активности российских организаций по видам деятельности в 2018-2022 гг., % [11]**

Данные анализа свидетельствуют, что в объемах затрат на инновационную деятельность доминируют собственные средства компаний, на долю которых приходится порядка 30%.

Уровень бюджетных средств на аналогичные статьи составляет порядка 5%, а иностранные инвесторы ежегодно вкладывают 3-4%. В то же время бюджет страны ежегодно на финансирование АПК закладывает до 3,2 трлн. руб., однако на инновационные направления отводится порядка 2-3%.

**Таблица 2 – Затраты на инновационную деятельность в сельском хозяйстве по источникам финансирования в 2018-2022 гг., млрд. руб.**

Источник	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Отклонение 2022-2018	
						(+;-)	%
Общие затраты на инновационную деятельность	21960,5	27643,8	33789,3	49393,2	54247,7	32287,2	247,0
Собственные средства организаций	10008,2	12554,2	14327,4	21196,6	21556,7	11548,5	215,3
Федеральный бюджет	1029,4	1886,5	2218,4	2679,4	2833,6	1804,2	275,2
Бюджеты субъектов РФ и местные бюджеты	141,3	176,4	197,5	205,3	250,7	109,4	177,4
Иностранные инвестиции	78,2	123,7	164,9	231,3	258,9	186,7	331,0
Прочие средства	10703,4	12903,0	16881,1	25080,6	29347,8	18644,4	274,1

Инновационная инфраструктура позволяет реализовать современную концепцию создания производственных систем нового поколения, так называемого инновационного конвейера, согласно которой происходит процесс ускоренного создания и реализации различных нововведений.

Роль инновационной инфраструктуры заключается в соблюдении принципа единства интеллектуальной, социальной, политической и экономической сфер, а также управленческой, финансово-экономической, научно-технической, социально-личностной составляющей. Инновационная инфраструктура предоставляет информационную, правовую и организационно-экономическую поддержку субъектам инновационной деятельности [10].

Следовательно, формирование эффективного инновационного развития – это путь, который базируется на углублении комплекса определенных функций агропромышленного предприятия, его подсистем, целей каждой личности, работа-

ющей в коллективе, совершенствовании ее деятельности, совершенствовании бизнес-процессов для решения общих стратегических задач (достижения цели).

Вопросы инновационного развития предприятий в контексте институциональных преобразований в границах аграрного сектора экономики отражены в трудах отечественных ученых Г.В. Бережнова, А.П. Агаркова, А.А. Алексеева, Ю.М. Беляева, О.В. Хотяшева и ряда других. Общие методологические основы построения институциональной основы инновационного развития раскрыты также в концепциях западных экономистов.

В частности, следует назвать идеи И. Шумпетера о конкуренции как главного фактора экономического развития корпораций на основе инноваций; концепцию кластерных структур М. Портера; концепцию технологических систем, которую рассматривали Дж. Доси, Н. Розенберг; концепция Национальных инновационных систем, начатую К. Фрименом, Р. Нельсоном, Б.-А. Лундваллом.

Тем не менее, несмотря на значительное количество научных работ по исследуемому вопросу, возникает необходимость постоянного мониторинга тенденций инноваций – для выявления, анализа и решения проблем инновационного развития предприятий аграрного сектора экономики, с учетом механизмов институционального действия, опосредованные определенными институтами.

Развитие аграрного сектора экономики России, находясь в процессе эволюции, сопровождается постоянными системными трансформациями институционального характера, в частности:

- этап трансформации в рыночную среду (1991-1999 гг.);
- реформационный этап (2000-2009 гг.);
- этап адаптации в условиях членства России в ВТО (2010-2014 гг.);
- современный этап существенного внешнего влияния (с 2014 г. - по н.в.).

Каждый этап изменения институциональной среды, имея четкие временные границы, характеризуется определенными институциональными особенностями, однако отличается результативностью производственно-хозяйственной деятельности предприятий аграрного сектора.

Следовательно, необходимым условием эффективного функционирования предприятий агропромышленного производства является разработка принципиально новых моделей развития хозяйствующих субъектов, основанных на симметричной интеграции текущей производственной деятельности с потенциальными возможностями будущего экономического развития, происходящих на основе создания соответствующих институциональных требований с учетом:

- использования прогрессивной техники и технологии;
- внедрения новейших систем управления;
- комплексном подходе к разработке и внедрению нововведений;
- обеспечения прогрессивных инновационных изменений и переориентации на инновационный тип развития [2].

Практика свидетельствует, что внедрение инноваций с учетом институциональных изменений в хозяйственную деятельность аграрных предприятий способствовало становлению производительности труда, экономии сокращению расходов, снижению себестоимости сельхоз продукции, повышению экономической эффективности деятельности в долгосрочной перспективе, где главными направлениями институциональных изменений в период трансформационных преобразований современного аграрного сектора выступили:

- создание благоприятных рыночных условий для реализации институциональных преобразований экономики и аграрного сектора в соответствии с современными глобализационными вызовами;
- сосредоточение усилий на обеспечении продовольственной безопасности страны, обеспечении национальных приоритетов, а также реализации конкурентных преимуществ отечественного агросектора и формировании конкурентоспособного производителя сельскохозяйственной продукции;
- устранение любых проявлений коррупции, бюрократизации, теневизации, рейдерства и других негативных действий нормативно-правового характера;
- оживление инвестиционной деятельности как первоосновы инновационного обновления средств производства, повышения производительности труда, как следствие, наращивание объемов производства продукции сельского хозяйства.

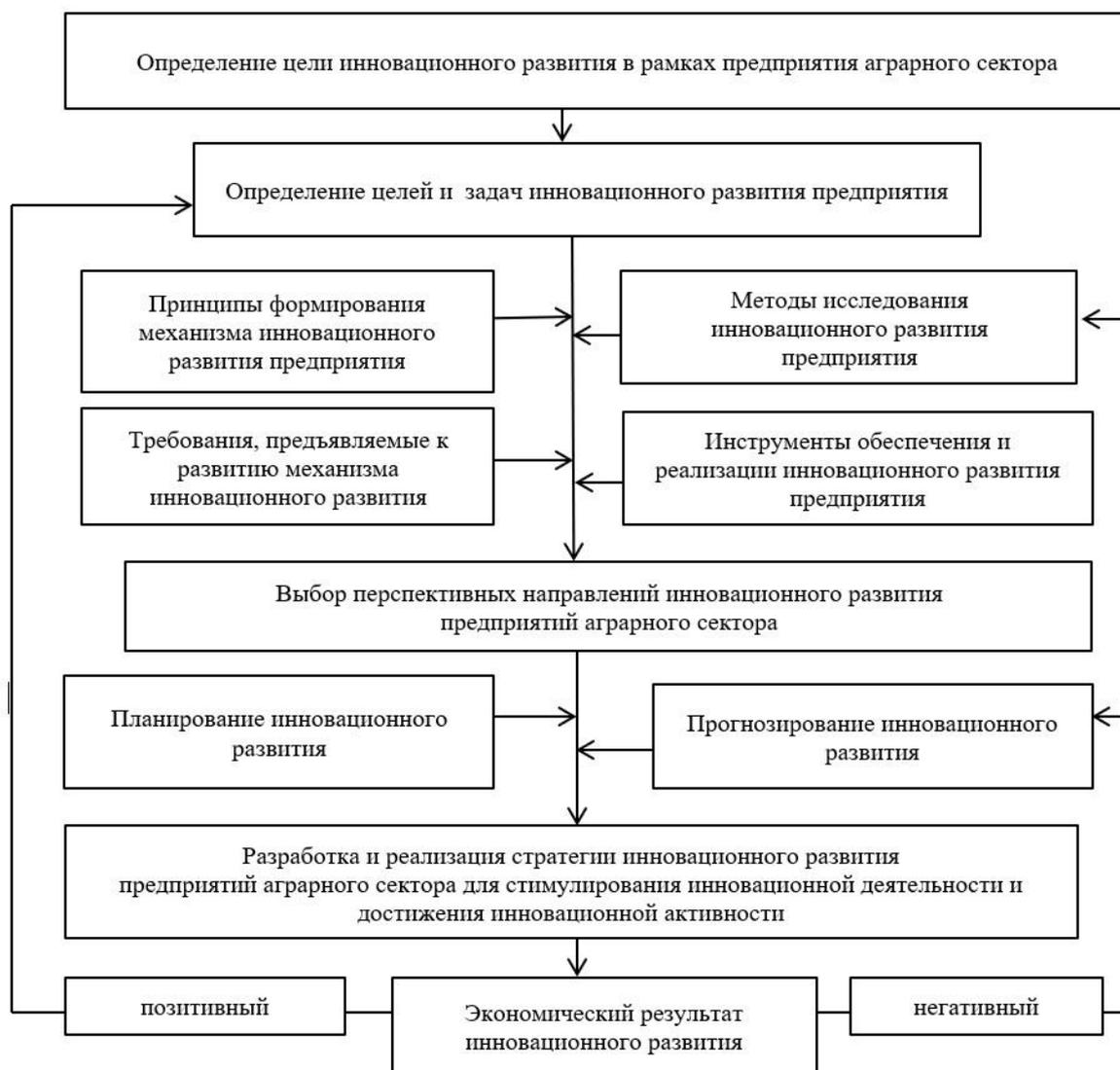
Влияние институциональных изменений на регулирование предпринимательской деятельности включает систему базовых и производных институтов, традиций, организаций и учреждений, задача которых заключается в определении поведения субъектов хозяйствования.

Кроме того, на активизацию инновационной деятельности предприятий аграрного сектора в переходный период от индустриальной к постиндустриальной экономике влияют интеграционные процессы научно-исследовательской и производственной сферы. В данном случае эффективность инновационных процессов в сфере АПК зависит от поддержки представителей государственного и негосударственного сектора, нормативно-правового, интеллектуально-кадрового, ресурсного и финансово-инвестиционного обеспечения инновационной деятельности и т.п.

Базовыми составляющими успешной аграрной политики в данном случае выступают соответствующие институциональные механизмы прямого влияния государства на системы аграрного бизнеса, которые при гармонизированном взаимодействии с рыночными механизмами саморегулирования создают благоприятные условия для его эффективного развития, объединяя частные и общественные интересы.

Следовательно, институциональный механизм представляет собой интеграцию институтов и организаций, способствующих реализации принципов демократического управления, обеспечивая при этом согласование и корректировку интересов различных общественных групп, координацию совместной деятельности на пути достижения задекларированных целей развития региона (государства) [5].

В данном случае в основу институционального механизма положена концепция институционального развития инновационной деятельности (рис. 3), которую целесообразно рассматривать как схему функционирования механизма инновационного развития предприятий аграрного сектора. Обозначенная концепция основана на определении цели, задач инновационного развития, принципов формирования, методов исследования, инструментов обеспечения такого развития, а также выбора направлений, разработки и реализации стратегии гармоничного инновационного развития предприятий с определением экономического результата от внедрения инноваций.



**Рис. 3 – Схема функционирования механизма инновационного развития предприятий аграрного сектора (составлено авторами)**

Необходимо отметить и тот факт, что институциональный механизм неразрывно связан с понятием «институт», устанавливающим правила и ограничения в деятельности, где основная нагрузка по формализованным правилам и ограничениям возлагается на государство, после чего происходит процесс внедрения в повседневную деятельность.

Субъектами взаимодействия в пределах такого механизма в аграрном секторе экономики обычно выступают предприятия различных организационно-правовых форм хозяйствования в пределах интегрированных структур.

По нашему мнению, на уровне хозяйствующих субъектов процесс организации институционального механизма инновационного развития должен заключаться в реализации политики формирования инновационных кластеров и механизмов институциональной инфраструктуры, поддерживающей инновационные процессы в предпринимательской среде. В данном случае, как показывает международный опыт, именно кластерные структуры более активно включаются в кооперационные связи и институциональные отношения взаимодействия.

Кроме того, выступая наиболее эффективной формой производственно-хозяйственной деятельности, кластеры обладают высокой степенью адаптивности, способностью гибкого и оперативного реагирования на экономические, институциональные и рыночные изменения.

Функционирование кластеров осуществляется на основе объединения обособленных, но взаимосвязанных по территориальной и/или технологическим признаком экономических субъектов, осуществляющих производственную, научную, образовательную, консалтинговую, торговую и другие виды деятельности. Взаимодействие этих экономически хозяйствующих субъектов формирует преимущества кластеров за счет реализации конкурентного потенциала их участников. Основу формирования кластеров составляют развитие и укрепление горизонтальных связей между участниками, поддержания необходимого уровня доверия.

Развитие кластеров в аграрном секторе, как правило, направлено на решение проблем, связанных с повышением конкурентоспособности отечественной экономики и интенсификации механизмов государственно-частного партнерства.

Например, в концепции развития отечественной аграрной экономики агропромышленный кластер определяется «... в качестве системы взаимосвязанных форм организации деятельности (сельскохозяйственных предприятий, личных подсобных хозяйств, крестьянских (фермерских) хозяйств и т.п.), интегрированных для одновременного и взаимосвязанного решения задач охраны окружающей среды и внедрения в производство инновационных технологий, превращающих «отходы» в ресурсы эффективного развития сельского хозяйства. В таких интегрированных структурах эффективность взаимодействия

субъектов предпринимательской деятельности зависит от выбора модели взаимоотношений, а также институциональных и экономических принципов их функционирования» [7].

В решении вопросов не менее важными их результатами является интеграция бизнеса, государства и образования, требующая проведения грамотных организационно-управленческих решений, реализация механизмов ГЧП и согласование интересов различных субъектов экономических отношений.

Тремя традиционными сферами являются государство, бизнес (предпринимательская среда) и университеты (образовательная среда), которые во время проведения кластерной политики по формированию модели кластерной организации агробизнеса перестают выполнять только свои традиционные функции и начинают реализовывать функции других сфер, получивших название тройной спирали [7]. При этом роль и порядок взаимодействия таких институтов меняется в зависимости от характера общественной формации. Тройную спираль можно рассмотреть и во взаимодействии между институциональными сферами, (университетами, бизнесом и государством), и в качестве пространств, среди которых – знания, конкуренция, инновации.

Необходимо отметить, что созданные формирования аграрного кластерного типа дают возможность не только поддерживать конкурентные преимущества отдельных хозяйствующих субъектов микроуровня, но создавать синергический эффект в процессе их функционирования.

В свою очередь формирование кластеров способствует развитию пространственных преимуществ, создавая кумулятивный эффект, способствующий появлению новых организаций и предприятий. Совместная реализация принципов кластерной политики и взаимодействия бизнеса, государства и университетов позволяет усилить положительные институциональные эффекты при построении агропромышленных кластерных структур. Выявленный интерес к новым формам регулирования в экономической сфере предопределяет и необходимость усовершенствования механизмов реализации саморегулирования инновационных процессов.

**Выводы.** Институциональные трансформации аграрного сектора экономики заключаются в обеспечении инновационного развития предприятий агропромышленного производства на основе создания эффективных институтов, регулирующих инновационные процессы в пределах отдельных субъектов хозяйствования. Данная тенденция способствует повышению эффективности производства предприятий аграрного сектора и конкурентоспособности их продукции, формировать благоприятную институциональную среду для развития их инновационной деятельности и создавать эффективные механизмы инновационного развития, которые должны стимулировать внутренние и внешние факторы воздействия на субъекты инновационной деятельности.

Анализ инвестиций в инновационную деятельность из различных источников свидетельствует о доминировании собственных средств сельхозпроизводителей в общем объеме, на долю которых приходится до 30% ресурсов, в то время как средства бюджета располагают объемами в 2-3% от общего финансирования всего аграрного сектора. В то же время инновационная составляющая аграрного сектора приоритет не только сельхозтоваропроизводителей, но государства в целом.

В начале 2020 года Правительство Российской Федерации утвердило Стратегию развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов, однако в сентябре 2022 года Правительство РФ внесло изменения, которые напрямую будут отвечать всем новым вызовам и угрозам. Одним из ключевых изменений, является необходимость в улучшении показателей ежегодного устойчивого роста производства на уровне 3%. По разным подсчетам, таких результатов можно добиться с ежегодным финансированием в размере 900 млрд руб., из которых порядка 20% направлять на инновационную деятельность.

Стратегия предполагает располагать не менее чем 13.2 млн га земли к 2030 году, что напрямую связано с расширением территорий в пользу сельского хозяйства. Вопрос финансирования в данной ситуации является ключевым моментом. Кроме того, согласно сценарию стратегии, в 2024 году экспорт сельскохозяйственной продукции должен составить диапазон от \$29 млрд до \$31 млрд.

Следовательно, институциональный механизм обеспечения инновационного развития аграрного сектора должен быть направлен на согласование интересов на инновационной основе между властью, субъектами хозяйствования и обществом, поскольку аграрный сектор – это комплекс вертикальных и горизонтальных связей во внутренней структуре и сеть взаимодействий с внешней средой. Отметим, что указанная система взаимодействий предопределяется спецификой аграрного институционального механизма, который должен учитывать приоритеты развития, как отдельных групп предприятий агропромышленного производства, так и аграрного сектора и общества в целом.

### Библиография

1. Бережной В.И. Прикладные научные исследования: экономика и инновационные технологии управления / В.И. Бережной, О.В. Бережная, Е.В. Бережная. – М. : Русанс, 2018. – 65 с.
2. Джавадова С.А., Молчанова Л.А. Инновационные технологии в основе устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса / С.А. Джавадова, Л.А. Молчанова // Журнал прикладных исследований. 2021. № 2. С. 46.
3. Елецких Г.Г. Развитие инновационных систем: проблемы и перспективы современной России // Вопросы инновационной экономики. – 2015. – № 4. – С. 152–179. – doi:10.18334/inec.5.4.2105.
4. Иванцов П.И. Инновационная экономика / П.И. Иванцов. – М. : Дикта, 2015. – С. 42.
5. Кандрокова М.М. Формирование модели регионального инновационного кластера / М.М. Кандрокова // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 3 (37). – С.116.
6. Левчаев П.А. Инновационная модель развития экономики региона : монография / П.А. Левчаев. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 92 с.
7. Попов Е.В. Стратегия расширения инновационной экосистемы предприятия в условиях диверсификации деятельности / Е. Попов, В. Симонова, И. Челак // ЭКО. – 2022. – № 9. – С. 96.
8. Ушачев И.Г., Колесников А.В. Угрозы экономической безопасности при переходе к цифровой экономике: аграрный аспект / И.Г. Ушачев, А.В. Колесников // Стандарты и качество. – 2022. – № 7. – С. 16.
9. Шабельникова Е.А. Национальная инновационная система: сущность и структура / Е.А. Шабельникова // Вестник института экономических исследований. – 2017. – № 4 (8). – С. 78–85.
10. Шумпетер И. (1982). Теория экономического развития (Исследование предпринимательской прибыли, капитала, процента и цикла конъюнктуры). М. : Прогресс. 244 с.
11. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rosstat.gov.ru>.

12. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://mcx.gov.ru>.

#### References

1. Bereznoj V.I. Prikladnye nauchnye issledovaniya: ekonomika i innovacionnye tekhnologii upravleniya / V.I. Bereznoj, O.V. Berezhnaya, E.V. Berezhnaya. – М. : Rusans, 2018. – S. 65.
2. Dzhavadova S.A., Molchanova L.A. Innovacionnye tekhnologii v osnove ustojchivogo razvitiya otechestvennogo agropromyshlennogo kompleksa / S.A. Dzhavadova, L.A. Molchanova // Zhurnal prikladnyh issledovanij. 2021. № 2. S. 46.
3. Eleckih G.G. Razvitie innovacionnyh sistem: problemy i perspektivy sovremennoj Rossii // Voprosy innovacionnoj ekonomiki. – 2015. – № 4. – S. 152–179. – doi:10.18334/inec.5.4.2105.
4. Ivancov P.I. Innovacionnaya ekonomika / P.I. Ivancov. – М. : Dikta, 2015. – S. 42.
5. Kandrovkova M.M. Formirovanie modeli regional'nogo innovacionnogo klastera / M.M. Kandrovkova // Inzhenernyj vestnik Dona. – 2015. – № 3 (37). – S. 116.
6. Levchaev P.A. Innovacionnaya model' razvitiya ekonomiki regiona: monografiya / P.A. Levchaev. – М. : INFRA–М, 2018. – 92 s.
7. Popov E.V. Strategiya rasshireniya innovacionnoj ekosistemy predpriyatiya v usloviyah diversifikacii deyatel'nosti / E. Popov, V. Simonova, I. Chelak // EKO. – 2022. – № 9. – S. 96.
8. Ushachev I.G., Kolesnikov A.V. Ugrozy ekonomicheskoy bezopasnosti pri perekhode k cifrovoj ekonomike: agrarnyj aspekt / I.G. Ushachev, A.V. Kolesnikov // Standarty i kachestvo. – 2022. – № 7. – S. 16.
9. Shabel'nikova E.A. Nacional'naya innovacionnaya sistema: sushchnost' i struktura / E.A. SHabel'nikova // Vestnik instituta ekonomicheskikh issledovanij. – 2017. – № 4 (8). – S. 78–85.
10. Shumpeter I. (1982). Teoriya ekonomicheskogo razvitiya (Issledovanie predprinimatel'skoj pribyli, kapitala, procenta i cikla kon'yunktury). М. : Progress. – 244 s.
11. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <https://rosstat.gov.ru>.
12. Ministerstvo sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <https://mcx.gov.ru>.

#### Сведения об авторах

Човган Наталья Ивановна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: [natalyushka-14@yandex.ru](mailto:natalyushka-14@yandex.ru).

Акупиан Ольга Станиславовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ул. Вавилова, д. 1, п. Майский, Белгородский район, Белгородская обл., Россия, 308503, e-mail: [ol-ga71@mail.ru](mailto:ol-ga71@mail.ru).

#### Information about authors

Chovgan Natalia Ivanovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod region, Belgorod Region, Russia, 308503, e-mail: [natalyushka-14@yandex.ru](mailto:natalyushka-14@yandex.ru).

Akupiyan Olga Stanislavovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin», Vavilova str., 1, Maysky village, Belgorod region, Belgorod region, Russia, 308503, e-mail: [ol-ga71@mail.ru](mailto:ol-ga71@mail.ru).

## Руководство для авторов

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 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, формат – книжный. Разделять текст на колонки не следует. Если статья была или будет отпрямлена 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 установленному порядку 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 «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  
тел. +7 908 783-88-92.

#### **Тематический раздел «Инновационные технологии в агрономии»:**

**Азаров** Владимир Борисович, д. с.-х. н., профессор – ответственный редактор,  
**Муравьев** Александр Александрович, к. с.-х. н., доцент – ответственный секретарь,  
e-mail: Aleksandr16\_1988@mail.ru  
тел. +7 951 142-75-77.

#### **Тематический раздел «Инновационная экономика, управление предприятиями АПК и социальное развитие села»:**

**Наседкина** Татьяна Ивановна, д. э. н., профессор – ответственный редактор,  
**Демешева** Ирина Алексеевна, к. э. н., доцент – ответственный секретарь,  
e-mail: demesheva\_ia@bsaa.edu.ru  
тел. +7 920 208-73-49.

**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 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.

**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

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

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.

## Guidelines for authors

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 9 pt, a line spacing is 1,0. Edges above and below, right and left are 2 cm, the paragraph is 0,7 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 formular 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 “**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

Tel. +7 908 783-88-92.

Thematic section “**Innovative Technologies in Agronomy**”:

**Azarov** Vladimir Borisovich., 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

Tel. +7 952 142-75-77.

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,

**Demesheva** Irina Alekseevna, Cand. Econ. Sci., the Associate professor – the responsible secretary,

e-mail: demesheva\_ia@bsaa.edu.ru

Tel. +7 920 208-73-49.

**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 (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 intensivnyh tekhnologij vozdeleyvaniya zemnykh kul'tur v CCHZ / N.A. Sidel'nikova, L.G. Gavrilenko // Sbornik nauchnykh trudov SKHI.-Belgorod, 1988.-111s.
3. GOST R 52554 – 2006. Pshenica. Tekhnicheskie usloviya. – Vved. 2007-07-01. – M.: Standartinform, 2006. – 13 s.

**Information about authors**

Smirnova Victoria Viktorovna, candidate of agricultural sciences, associate professor of the production technology and processing of agricultural production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Belgorod State Agricultural University named after V. Gorin», ul. Vavilova, 1, 308503, Maiskiy, Belgorod region, Russia, , tel. +74722 39-14-26, e-mail: [svic.belgorod@mail.ru](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.