

ISSN 2307-5872

# Аграрныі ў Вестнік Верхнё Волжья



3/2021

Научныі журнал

Іваноўская ГСХА імени Д.К. Беляева



## УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА предлагает всем желающим: преподавателям, научным работникам, аспирантам опубликовать результаты исследований в научном журнале «Аграрный вестник Верхневолжья». Журнал распространяется по РФ, издается на русском языке. Периодичность выхода: 1 раз в квартал. **Все материалы, направляемые в журнал, проходят обязательное внутреннее рецензирование. Отрицательный отзыв означает отказ в публикации материала.**

«Аграрный вестник Верхневолжья» включен в перечень ВАК по ветеринарии и зоотехнике, сельскохозяйственным и техническим наукам и в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Электронные версии журнала размещаются на сайтах Ивановской ГСХА имени академика Д. К. Беляева (<http://www.ivgsha.ru>), Российской универсальной научной электронной библиотеки (<http://www.elibrary.ru>) и электронно-библиотечной системы «Лань» (<http://www.e.lanbook.com>).

**Обращаем ваше внимание, что статья должна обязательно включать следующие последовательно расположенные элементы:**

- индекс (УДК) – слева, обычный шрифт;
- инициалы автора(ов) и фамилия(и) – справа курсивом (на русском и английском языках);
- заголовок (название) статьи – по центру, шрифт полужирный, буквы – прописные (на русском и английском языках);
- аннотация (**200 слов**) и ключевые слова (**5-10 понятий**) на русском и английском языках;
- текст статьи, имеющий **внутренние разделы** (напр.: **введение, цель и задачи, методы, выводы** и др.);
- список литературы на русском языке;
- список литературы латинским шрифтом (**транслитерация**). Транслитерацию можно выполнить автоматически на сервисе:

[http://english-letter.ru/Sistema\\_transliterazii.html](http://english-letter.ru/Sistema_transliterazii.html)

Элементы статьи отделяются друг от друга одной пустой строкой

Сноски на литературу оформляются библиографическим списком в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 (номер в квадратных скобках например: [5, с. 23]). Список цитируемой литературы приводится в соответствии требованиями ГОСТ 7.1-2003. В списке источники располагаются в порядке их упоминания в статье.

**С более подробными требованиями можно ознакомиться на сайте журнала: [www.http://avv-ivgsha.ucoz.ru/](http://www.http://avv-ivgsha.ucoz.ru/)**

**Таблицы принимаются строго в книжной ориентации формата А4.**

Статьи можно выслать по адресу: 153012 г. Иваново, ул. Советская, 45. Любую информацию можно получить по телефону: 8(4932) 32-81-44.

E-mail: [vestnik@ivgsha.ru](mailto:vestnik@ivgsha.ru) (с пометкой для редакции журнала).

**Точка зрения авторов публикаций может не совпадать с мнением редакционной коллегии. Автор несет ответственность за содержание статьи. Согласие автора на публикацию материала на указанных условиях и на его размещение в электронных версиях предполагается.**

**Подписной индекс журнала в каталоге «Пресса России» 91820**

**Цена свободная.**



# ИВАНОВСКОЙ ГСХА ИМЕНИ Д.К. БЕЛЯЕВА

2021. № 3 (36)

Научный журнал

**Учредитель и издатель:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д.К. Беляева»

**Редакционная коллегия:**

Д. С. Фомичев, и.о. главного редактора, кандидат технических наук (Иваново);  
 А. В. Петров, и.о. заместителя главного редактора, кандидат химических наук, доцент (Иваново);  
 Н. А. Балакирев, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Москва);  
 А. М. Баусов, доктор технических наук, профессор (Иваново);  
 В. С. Буяров, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Орел);  
 А. В. Васин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Самара);  
 М. С. Волхонов, доктор технических наук, профессор (Кострома);  
 А. А. Гвоздев, доктор технических наук, профессор (Иваново);  
 О. В. Гонова, доктор экономических наук, профессор (Иваново);  
 А. А. Завалин, академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Москва);  
 Л. И. Ильин, кандидат экономических наук (Сузdalь, Владимирская область);  
 А. Ш. Иргашев, доктор ветеринарных наук, профессор (Бишкек, Кыргызстан);  
 В. А. Исайчев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАЕН (Ульяновск);  
 В. В. Комиссаров, ответственный редактор, доктор исторических наук, профессор (Иваново);  
 Е. Н. Крючкова, доктор ветеринарных наук, профессор (Иваново);  
 Н. В. Муханов, кандидат технических наук, доцент (Иваново);  
 Д. К. Некрасов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Иваново);  
 Р. З. Нурагиев, член-корреспондент Национальной академии наук Кыргызской Республики, доктор ветеринарных наук, профессор (Бишкек, Кыргызстан);  
 В. В. Окорков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Сузdalь, Владимирская область);  
 В. А. Пономарев, доктор биологических наук, профессор (Иваново);  
 В. В. Пронин, доктор биологических наук, профессор (Владимир);  
 С. А. Родимцев, доктор технических наук, доцент (Орел);  
 В. А. Смелик, доктор технических наук, профессор (Санкт-Петербург);  
 А. А. Соловьев, ответственный секретарь, доктор исторических наук, профессор (Иваново);  
 Н. П. Сударев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Тверь);  
 А. Л. Тарасов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (Иваново);  
 В. Е. Ториков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Брянск);  
 В. Г. Турков, доктор ветеринарных наук, профессор (Иваново);

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Реестровая запись ПИ № ФС77-81461 от 16 июня 2021 г.

Журнал издается с 2012 г.

**Журнал «Аграрный вестник Верхневолжья» включен ВАК РФ в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (в редакции от 01.01.2019), по следующим научным специальностям и соответствующим им отраслям науки:**

**05.00.00 Технические науки:**

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки);  
 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве (технические науки);

**06.00.00 Сельскохозяйственные науки:**

06.01.01 – Общее земледелие растениеводство (сельскохозяйственные науки);  
 06.01.04 – Агрохимия (сельскохозяйственные науки);

**06.02.00 Ветеринария и Зоотехния:**

06.02.01 – Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных (ветеринарные науки);  
 06.02.07 – Разведение селекция и генетика сельскохозяйственных животных (сельскохозяйственные науки);  
 06.02.10 – Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные науки)

# AGRARIAN JOURNAL OF UPPER VOLGA REGION

2021. № 3 (36)

**Constitutor and Publisher:** Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
"Ivanovo State Agricultural Academy named after D.K. Belyaeva "

## Editorial Staff:

D. S. Fomichev, Acting Editor-in-chief, Cand. of Sc., Engineering (Ivanovo);  
A. V. Petrov, Acting Deputy Editor-in-Chief, Assoc. Prof., Cand. of Sc., Chemistry (Ivanovo);  
N. A. Balakirev, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Moscow);  
A. M. Bausov, Professor, Doctor of Sc., Engineering (Ivanovo);  
V. S. Buyarov, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Oryol);  
A. V. Vasin, Professor, Doctor of Sc., Agriculture, (Samara);  
M. S. Volkhonov, Professor, Doctor of Sc., Engineering (Kostroma);  
A. A. Gvozdev, Professor, Doctor of Sc., Engineering (Ivanovo);  
O. V. Gonova, Professor, Doctor of Sc., Economics (Ivanovo);  
A. A. Zavalin, Academician of Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Moscow);  
L. I. Ilyin, Cand of Sc., Economics (Suzdal, Vladimirskaya oblast);  
A. Sh. Irgashev, Professor, Doctor of Sc., Veterinary medicine (Bishkek, Kyrgyzstan);  
V.A. Isaichev, Professor, Doctor of Sc., Agriculture, Academician of Russian Academy of Natural Sciences (Ulyanovsk);  
V. V. Komissarov, Professor, Doctor of Sc., History, Executive Secretary (Ivanovo);  
E. N. Kryuchkova, Professor, Doctor of Sc., Veterinary medicine (Ivanovo);  
N. V. Mukhanov, Assoc. Prof., Cand. of Sc., Engineering (Ivanovo);  
D. K. Nekrasov, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Ivanovo);  
R. Z. Nurgaziev, Corresponding member of Kyrgyz National Academy of Science, Professor, Doctor of Sc., Veterinary medicine (Bishkek, Kyrgyzstan);  
V. V. Okorkov, Professor, Doctor of Sc., Agriculture, (Suzdal, Vladimirskaya oblast);  
V.A. Ponomarev, Professor, Doctor of Sc., Biology (Ivanovo);  
V.V. Pronin, Professor, Doctor of Sc., Biology (Vladimir);  
S.A. Rodimtsev, Assoc. prof., Doctor of Sc., Engineering (Oryol);  
V.A. Smelik, Professor, Doctor of Sc., Engineering (Saint-Petersburg)  
A. A. Soloviev, Professor, Doctor of Sc., History, Executive Secretary (Ivanovo);  
N. P. Sudarev, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Tver);  
A. L. Tarasov, Assoc. Prof., Cand. Of Sc., Agriculture (Ivanovo);  
V. E. Torikov, Professor, Doctor of Sc., Agriculture (Bryansk);  
V. G. Turkov, Professor, Doctor of Sc., Veterinary medicine (Ivanovo);

Technical Editor: M.S. Sokolova.

Corrector: N.F. Skokan.

Translator: A.I. Kolesnikova.

Format 60x84 1/8 Circulation: 100 Order № 2648

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications,  
Information Technology and Mass Media.

Register entry ПИ № ФС77-81461 on 16.06.2021.

The journal has been published since 2012.

**"Agrarian journal of the Upper Volga Region" is peer-reviewed and recommended by the Supreme Attestation Commission of the Russian Federation to publish main results of Doctors and Candidates of Sciences dissertations (issued on 01.01.2019) in the following disciplines and their respective fields of science:**

### **05.00.00 Technical sciences:**

05.20.01 - Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences);

05.20.03 - Technologies and means of technical maintenance in agriculture (technical sciences);

### **06.00.00 Agricultural sciences:**

06.01.01 - General agriculture crop (agricultural sciences);

06.01.04 - Agrochemistry (agricultural sciences);

### **06.02.00 Veterinary and Zootechny:**

06.02.01 - Diagnostics of diseases and animal therapy, pathology, oncology and animal morphology (veterinary sciences);

06.02.07 - Breeding, breeding and genetics of farm animals (agricultural sciences);

06.02.07 - Private animal husbandry, technology of production of livestock products (agricultural sciences)



---

## СОДЕРЖАНИЕ

---

### АГРОНОМИЯ

<b>Борин А. А., Лощинина А. Э.</b> Влияние систем обработки при длительном применении в севообороте на плодородие почвы, развитие растений и урожайность.....	5
<b>Василенков В. Ф., Василенков С. В., Байдакова Е. В., Ториков В. Е.</b> Действие химических мелиорантов и интенсификаторов при промывке почвы, загрязненных радионуклидами цезия-137 .....	12
<b>Иванов Д. И., Иванова Н. Н., Прокина Л. Н.</b> Урожайность и посевные качества яровой пшеницы в зависимости от сорта и внекорневой обработки марганцем, медью и молибденом...	22
<b>Уткин А.А., Лукьянов С.Н.</b> Влияние азотной подкормки на урожайность и качество зерна озимой пшеницы .....	29

### ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

<b>Лаврентьев А. Ю., Михайлова Л. Р., Жестянова Л. В.</b> Специальные комбикорма и иммуностимулятор при выращивании поросят-сосунов.....	35
<b>Лебедева М.Б., Кичеева Т.Г., Глухова Э.Р.</b> Поражение животных токсическими веществами антропогенной природы.....	40
<b>Шатохин К. С., Никитин С. В., Кочнев Н. Н., Запорожец В. И., Седович М. Е., Коршунова Е.В., Ермолаев В.И.</b> Изменение структуры стада мини-свиней ИЦиГ СО РАН в условиях систематического инбридинга.....	44

### ИНЖЕНЕРНЫЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ НАУКИ

<b>Волхонов М.С., Мамаева И.А., Коваленко Р.М., Беляков М.М.</b> Классификация и направления совершенствования передвижных зерновых сушилок.....	52
<b>Лебедев В.Д., Смирнов С.Ф., Терентьев В.В.</b> Расчет механической надежности корпуса трансформатора.....	62
<b>Николаев В.А.</b> Определение угловой скорости корпуса полуавтоматической зерноочистительной машины.....	69
<b>Семичев С. В., Панов А. И., Мосяков М. А.</b> Методика проведения полевых исследований управляемого навесного устройства на посевах сахарной свёклы.....	75

### СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

<b>Антонов А.А., Фомичев Д.С., Романов А.Г., Шаленкова Н.В., Марьина Н.В.</b> Роль физической культуры в адаптации студентов (на примере ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА и ФГБОУ ВО Ивановская ГМА).....	80
<b>Башмакова Е.В., Гусева М.А.</b> Медицина в Англии в середине XVI- начале XVII веках и методы по борьбе с инфекционными заболеваниями.....	84
<b>Иткулов С. З.</b> Преподавание научного стиля иностранным студентам старших курсов аграрного вуза.....	90
<b>Аннотации</b> .....	94
<b>Список авторов</b> .....	102



---

**CONTENTS**

---

**AGRONOMY**

<b>Borin A. A., Loshchinina A. E.</b> INFLUENCE OF TILLAGE SYSTEMS WITH LONG-TERM USE IN CROP ROTATION ON THE SOIL FERTILITY, PLANT DEVELOPMENT AND YIELD.....	5
<b>Vasilenkov V. F., Vasilenkov S. V., Baidakova E. V., Torikov V. E.</b> THE ROLE OF CHEMELIORANTS AND INTENSIFIERS IN WASHING SOILS FROM CONTAMINATION WITH CESIUM RADIONUCLIDES-137 .....	12
<b>Ivanov D. I., Ivanova N. N., Prokina L. N.</b> YIELD AND SOWING QUALITIES OF SPRING WHEAT DEPENDING ON VARIETY AND FOLIAR TREATMENT WITH MANGANESE, COPPER AND MOLYBDENUM.....	22
<b>Utkin A. A., Lukyanov S. N.</b> THE EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION ON THE YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT GRAIN .....	29

**VETERINARY MEDICINE AND ZOOECHNY**

<b>Lavrentiev A. Yu., Mikhailova L. R., Zhestianova L. V.</b> SPECIAL COMPOUND FEED AND IMMUNOSTIMULATOR FOR RAISING SUCKLING PIGS.....	35
<b>Lebedeva M. B., Kicheeva T. G., Glukhova E. R.</b> THE DEFEAT OF ANIMALS WITH TOXIC SUBSTANCES OF ANTHROPOGENIC NATURE.....	40
<b>Shatokhin K.S., Nikitin S.V., Kochnev N.N., Zaporozhets V.I., Sedovich M.E., Korshunova E.V., Ermolaev V. I.</b> CHANGE OF HERD STRUCTURE OF MINI-PIGS OF ICG SB RAS IN TERMS OF THE SYSTEMATIC INBREEDING.....	44

**ENGINEERING AGROINDUSTRIAL SCIENCE**

<b>Volkhonov M.S., Mamaeva I.A., Kovalenko R.M., Belyakov M.M.</b> CLASSIFICATION AND WAYS OF MOBILE GRAIN DRYERS IMPROVEMENT .....	52
<b>Lebedev V.D., Smirnov S.F., Terentiev V.V.</b> CALCULATION OF MECHANICAL RELIABILITY OF TRANSFORMER HOUSING.....	62
<b>Nikolaev V.A.</b> LIMITING THE ANGULAR SPEED OF SEMI-AUTOMATIC GRAIN CLEANING MACHINE .....	69
<b>Semichev S. V., Panov A. I., Mosyakov M. A.</b> TECHNIQUE OF CARRYING OUT FIELD STUDIES OF A CONTROLLED ATTACHMENT ON SUGAR BEET CROPS.....	75

**SOCIO-ECONOMIC SCIENCES AND HUMANITIES**

<b>Antonov A. A., Fomichev D. S., Romanov A. G., Shalenkova N. V., Maryina N. V.</b> ROLE OF PHYSICAL EDUCATION IN STUDENTS ADAPTATION (ON THE EXAMPLE OF FSBEI HE IVANOVO STATE AGRICULTURAL ACADEMY AND FSBEI HE IVANOVO STATE MEDICAL ACADEMY).....	80
<b>Bashmakova E. V., Guseva M. A.</b> MEDICINE IN ENGLAND IN THE MIDDLE XVI-EARLY XVII CENTURIES AND METHODS FOR COMBATING INFECTIOUS DISEASES.....	84
<b>Itkulov S. Z.</b> TEACHING SCIENTIFIC STYLE TO FOREIGN STUDENTS OF SENIOR COURSES OF AGRARIAN UNIVERSITY.....	90
<b>Summaries</b> .....	94
<b>List of authors</b> .....	102



## ВЛИЯНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ В СЕВООБОРОТЕ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ, РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ И УРОЖАЙНОСТЬ

Борин А.А., ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА;  
Лощинина А.Э., ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА

На дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с 1989 года велось изучение различных систем обработки: ежегодной отвальной – общепринятой для Верхневолжья (контроль), ежегодной плоскорезной и ежегодной комбинированной (отвально-плоскорезной). Исследования проводились в стационарном полевом севообороте с чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – овес + клевер – клевер – озимая рожь – картофель – ячмень. Цель исследований – изучение влияния систем обработки, разной интенсивности воздействия на почву при длительном использовании в севообороте на плодородие почвы, развитие растений и урожайность. После четырёх ротаций севооборота отмечено увеличение содержания в почве подвижного фосфора, обменного калия и кислотности, что связано с ежегодным внесением минеральных удобрений. Распределение гумуса в пахотном слое по отвальной и комбинированной системам обработки носит однородный характер, при плоскорезной – дифференцированный, с преобладанием его в верхнем слое почвы. Микробиологические процессы более активно проходили по отвальной системе обработки почвы. На озимых культурах плоскорезная обработка почвы обеспечивала более равномерную глубину заделки семян, увеличивала густоту стояния, сохранность и выживаемость растений. Распределение корневой системы растений по отвальной и комбинированной обработкам по пахотному слою сравнительно равномерное, при плоскорезной – большее количество корней сосредоточено в верхнем слое почвы. В среднем за четыре ротации севооборота по плоскорезной системе обработки почвы получена урожайность 2,87 т/га зерновых единиц, по отвальной и комбинированной – 2,77 т/га.

**Ключевые слова:** севооборот, системы обработки почвы, плодородие, урожайность.

**Для цитирования:** Борин А.А., Лошинина А.Э. Влияние систем обработки при длительном применении в севообороте на плодородие почвы, развитие растений и урожайность // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3 (36). С. 5-11.

**Введение.** В настоящее время обработка почвы не рассматривается как неизбежно затратное и слабо прогрессирующее звено системы земледелия. Она стала мобильнее и динамичнее в своём развитии. Теория и практика обработки почвы под отдельные культуры и в севооборотах подсказывает новые пути решения сложных задач экономии материальных и денежных средств, что приводит, в свою очередь, к увеличению продуктивности культур и стабилизации почвенного плодородия [1, с. 5-6].

На современном этапе в земледелии наиболее актуальна проблема накопления и правильного использования органического вещества почвы, так как в последние годы резко сократилось внесение органических и минеральных удобрений

[2, с. 506-512; 3, с. 8-14]. Один из путей решения проблемы повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур – совершенствование технологии обработки почвы в севообороте [4, с. 16-24; 5, с. 25-28].

Традиционная отвальная обработка почвы требует больших затрат. Альтернативой плужной обработке может быть плоскорезная. При ней в верхней части пахотного слоя создается биологически активная прослойка из перепревших растительных остатков возделываемых культур. Это повышает водоудерживающую способность почвы и уменьшает потерю влаги с поверхности через испарение [6, с. 7-14].

Целесообразность применения плоскорезной обработки обусловливается как потребностью



сохранения плодородия почвы, так и экономическими соображениями. Не снижая урожайности, а в ряде случаев повышая её, плоскорезная обработка позволяет сократить затраты, потребность в горючем и рабочей силе по сравнению с традиционной системой обработки почвы [7, с. 20-23].

Современное земледелие предполагает различные способы обработки почвы, в том числе отвальную вспашку, чизелевание, плоскорезную, минимальную обработку и их сочетание [8, с. 18-20; 9, с. 24-26; 10, с. 29-33].

Производственные испытания плоскорезной обработки подтвердили целесообразность её применения, как менее энергоемкого способа обработки почвы под различные культуры. Применение плоскорезной обработки в Нечерноземной зоне обусловлено тем, что подготовка почвы, в силу ряда причин, часто проводится с запозданием, а короткий осенний период не всегда позволяет выполнить план подъёма зяби под яровые культуры. Плоскорезная обработка более производительна и при умелом применении позволяет подготовить почву под посев в оптимальные сроки и с хорошим качеством.

Цель исследований – изучение влияния систем обработки, разной интенсивности воздействия на почву при длительном использовании в севообороте на плодородие почвы, развитие растений и урожайность сельскохозяйственных культур.

**Условия, материалы и методы.** Исследования проводились в 1989 – 2016 гг. в стационарном полевом севообороте кафедры агрохимии и земледелия Ивановской ГСХА с чередованием культур: пар чистый – озимая пшеница – овес + клевер – клевер – озимая рожь – картофель – ячмень. Севооборот развернут во времени и пространстве. Площадь его 6 га, расположения вариантов 3-х ярусное, внутри ярусов – систематическое, согласно схеме севооборота. Повторность 4-х кратная. Площадь опытной делянки 630 м<sup>2</sup>, учётной – 450 м<sup>2</sup>. Метод учета урожая – сплошной поделяночный.

Почва дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая. Пахотный слой мощностью 20...22 см перед закладкой севооборота характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,0 %, рН<sub>сол.</sub> – 5,5, сумма поглощенных оснований – 19 мг-экв./100 г почвы, содержание подвижных форм фосфора

190 мг/кг, обменного калия – 140 мг/кг почвы. Агрофизические характеристики: плотность сложения – 1,44 г/см<sup>3</sup>, твёрдость – 14,3 кг/см<sup>2</sup>.

В севообороте под все культуры изучались три системы обработки почвы: ежегодная отвальная – общепринятая для Верхневолжья (контроль), ежегодная плоскорезная и ежегодная комбинированная (отвально-плоскорезная):

1. Отвальная – вспашка на глубину 20...22 см плугом ПЛН-3-35, предпосевная культивация на 10...12 см КПС-4 + БЗТС-1.

2. Плоскорезная – рыхление плоскорезом-глубокорыхлителем КПГ-2,2 без обрачивания почвы на глубину 20...22 см, предпосевная культивация на 10...12 см КПЭ-3,8, обработка БИГ-3.

3. Комбинированная – вспашка на глубину 20...22 см плугом ПЛН-3-35, предпосевная культивация на 10...12 см КПЭ-3,8, обработка БИГ-3.

Система применения удобрений включала: внесение под озимые зерновые (NPK)<sub>30</sub> как основное и N<sub>30</sub> в подкормку, под яровые зерновые – (NPK)<sub>30</sub> под предпосевную обработку, под картофель – (NPK)<sub>60</sub> перед посадкой и на клевере N<sub>30</sub> в подкормку. Навоз 40 т/га вносили в паровом поле один раз за ротацию севооборота.

Исследования проводились в различные по метеоусловиям годы: с нормальным режимом увлажнения и температуры и со значительными отклонениями от средних многолетних данных. В этом отношении результаты можно считать обобщенными.

Все учеты и анализы проводились по общепринятым методикам: содержание гумуса – ГОСТ 26213-91; подвижного фосфора и обменного калия – ГОСТ 26204-91; рН солевой вытяжки – ГОСТ 26483-85; нитратный азот – ГОСТ 26488-85; учет массы корней методом почвенного «бура» с отмыванием образца по Б.А. Доспехову (1987); полевую всхожесть семян, сохранность и выживаемость растений – по методике Госсортсети (1971). Математическая обработка результатов исследований проведена методом дисперсионного анализа по методикам Б.А. Доспехова (1985) и Б.Д. Кирюшина (2013).

**Результаты и их обсуждение.** Результаты исследований показали, что факторы интенсификации (обработка почвы, удобрения) оказали некоторое влияние на изменение агрохимических по-

казателей:  $pH_{sol}$  за четыре ротации севооборота изменилась с 5,5 до 5,2 ( $HCP_{05} = 0,4$ ), сумма поглощенных оснований с 19 до 24 мг-экв./100 г почвы ( $HCP_{05} = 4,2$ ), содержание подвижного фосфора увеличилось с 190 до 210 мг/кг почвы ( $HCP_{05} = 14,0$ ), а обменного калия – с 140 до 185 мг/кг почвы ( $HCP_{05} = 18,5$ ). Это связано с ежегодным внесением минеральных удобрений.

Системы обработки, различающиеся по способу воздействия на почву, обеспечивали различное распределение пожнивно-корневых остатков в обрабатываемом слое, а также разные условия для протекания биохимических процессов их превращения. За четыре ротации севооборота при внесении в среднем за год 5,7

т/га навоза и минеральных удобрений в дозе  $N_{45}P_{30}K_{30}$  запасы гумуса в пахотном слое дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при отвальной системе обработки увеличились на 3,56 т/га, а при менее интенсивной (плоскорезной) – на 4,74 т/га по сравнению с исходными запасами, которые составляли 57,1 т/га. Установлено, что распределение гумуса в различных частях пахотного слоя при отвальной и комбинированной системах обработки имеют однородный характер, а при плоскорезной – дифференцированный, с большей гумусированностью слоя 0...10 см, что связано с высокой степенью концентрации органических веществ в поверхностном слое почвы (рис.).

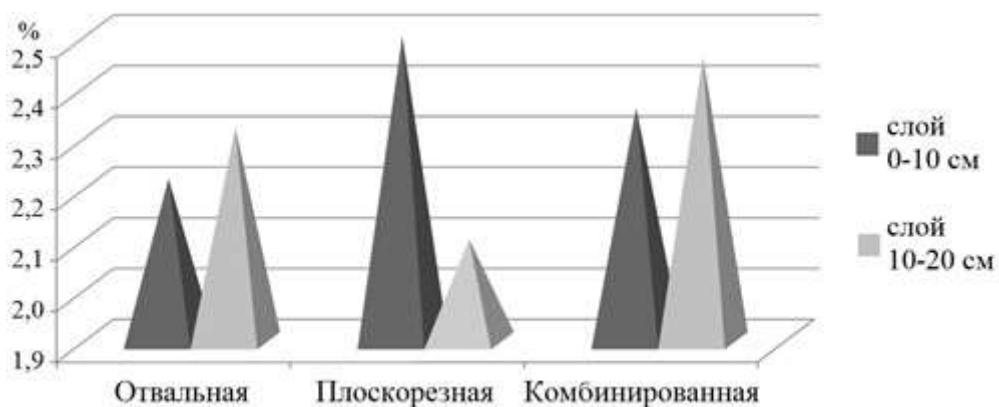


Рисунок – Изменение содержания гумуса (%) при разных системах обработки почвы, 2016 г.

**Таблица 1 – Содержание нитратного азота в пахотном слое почвы в фазу колошения озимых, мг/кг (2010-2016 гг.)**

Система обработки почвы	Культура севооборота							Среднее по системе обработки
	пар чистый	озимая пшеница	овес + клевер	клевер	озимая рожь	картофель	ячмень	
Отвальная (контроль)	20,9	12,5	15,9	11,1	13,4	18,7	14,7	15,3
Плоскорезная	18,3	11,6	14,4	10,7	13,1	18,2	14,4	14,4
Комбинированная	20,0	12,8	14,9	10,8	12,2	18,5	15,2	14,9
Среднее по культуре	19,7	12,3	15,1	10,9	12,7	18,5	14,8	
$HCP_{05}$	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4

Для растений большое значение имеет наличие нитратного азота в зоне расположения корневой системы. В исследованиях отмечено некоторое увеличение содержания нитратного азота по отвальной системе обработки почвы (табл. 1).

Большее содержание нитратного азота отмечено в паровом поле, что объясняется отсутствием потребления его культурными растениями. В разрезе культур можно отметить лучшую нитрифицирующую способность на по-



садках картофеля, где почва поддерживалась в рыхлом состоянии. Менее эффективно процесс нитрификации проходил на озимых культурах и клевере, что связано со значительным уплотнением почвы в этих полях.

Системы обработки почвы оказали некоторое влияние на глубину заделки семян, равномерность их размещения в посевном слое (табл. 2).

На озимых культурах наиболее высокий про-

цент семян, заделанных на оптимальную глубину, отмечен по плоскорезной системе обработки почвы – 63,5 %, а коэффициент вариации был наименьшим – 14,5 %, что говорит о выровненности заделки семян. На яровых зерновых лучше сложилась глубина заделки семян по комбинированной системе обработки почвы. По ней на оптимальную глубину было заделано 54,5 % семян, а коэффициент вариации равнялся 14,9 %.

**Таблица 2 – Фактическая глубина заделки семян зерновых культур (2010-2016 гг.)**

Система обработки почвы	Озимые (пшеница, рожь)				Яровые (овес, ячмень)			
	семян на глубине 4-5 см, %	средне-взвешенная глубина заделки семян, см	коэффициент вариации V, %	сырая масса 100 проростков, г	семян на глубине 4-5 см, %	средне-взвешенная глубина заделки семян, см	коэффициент вариации V, %	сырая масса 100 проростков, г
Отвальная (контроль)	60,0	4,6	16,1	20,3	48,5	4,6	15,5	18,1
Плоскорезная	63,5	4,5	14,5	23,2	49,0	4,4	15,9	16,8
Комбинированная	61,5	4,5	15,4	20,1	54,5	4,5	14,9	18,3

**Таблица 3 – Густота стояния растений зерновых культур (2010-2016 гг.)**

Система обработки почвы	Количество растений при полных всходах, шт/м <sup>2</sup>	Полевая всхожесть, %	Количество растений весной, шт/м <sup>2</sup>	Перезимовавших растений, %	Количество растений перед уборкой, шт/м <sup>2</sup>	Сохранность растений, %	Выживаемость растений, %
Озимые культуры (пшеница, рожь)							
Отвальная (контроль)	441	80,2	330	74,8	305	69,2	55,4
Плоскорезная	454	82,5	348	76,6	325	72,9	59,1
Комбинированная	442	80,4	331	74,9	307	69,4	55,8
HCP 05	10,5		8,7		6,9		
Яровые зерновые культуры (овес, ячмень)							
Отвальная (контроль)	437	79,4	-	-	375	85,8	68,2
Плоскорезная	431	78,4	-	-	367	85,1	66,7
Комбинированная	438	79,6	-	-	375	85,6	68,2
HCP 05	8,5				7,0		



Выровненность глубины заделки семян сказалась на полевой всхожести, густоте стояния растений и их дальнейшем развитии (табл. 3).

На озимых культурах лучшие показатели по густоте стояния, сохранности и выживаемости растений отмечены по плоскорезной системе обработки почвы, что связано с большим запасом продуктивной влаги в почве в предпосев-

ной период.

На яровых зерновых культурах существенных различий по системам обработки почвы не выявлено.

Исследования показали, что системы обработки почвы влияют на развитие корневой системы растений и распределение её по профилю почвы (табл. 4)

**Таблица 4 – Распределение корневой системы растений, % от общей массы (2010-2016 гг.)**

Система обработки почвы	Слой, см	Культура севооборота						Среднее по системе обработки
		озимая пшеница	овес + клевер	клевер	озимая рожь	картофель	ячмень	
Отвальная (контроль)	0 – 10	50,3	48,1	43,3	48,1	36,3	50,7	46,1
	10 – 20	40,8	43,4	44,5	44,5	58,0	40,7	45,3
	20 – 30	8,9	8,5	12,2	7,4	5,7	8,6	8,6
Плоскорезная	0 – 10	64,5	59,3	48,0	64,1	35,4	57,2	54,7
	10 – 20	27,2	34,1	42,2	28,7	60,2	36,6	38,2
	20 – 30	8,3	6,6	9,8	7,2	4,4	6,2	7,1
Комбинированная	0 – 10	52,7	49,3	46,1	47,6	33,1	47,7	46,1
	10 – 20	39,4	42,6	44,0	44,8	60,9	44,5	46,0
	20 – 30	7,9	8,1	9,9	7,6	6,0	7,8	7,9
НСР <sub>05</sub> слой 0-10 см		4,1	3,0	2,8	4,2	2,9	3,0	3,3
слой 10-20 см		2,5	2,1	1,6	3,0	2,2	3,1	2,4
слой 20-30 см		0,4	0,2	0,5	0,1	0,3	0,5	0,3

Установлено, что по отвальной и комбинированной системам обработки, где проводилась вспашка на глубину 20...22 см и где создан однородный пахотный слой, распределение корней по слоям 0...10 и 10...20 см примерно одинаково – 46,1 и 45,3 % – по отвальной, 46,1 и 46,0 % – по комбинированной. По плоскорезной системе, где проводилась обработка почвы без оборачивания КПГ-2,2 и где растительные остатки сосредоточены в верхнем слое, отмечено увеличение процента корней в слое 0...10 см и уменьшение их в слое 10...20 см – 54,7 и 38,2 %. Это объясняется лучшими агрофизическими свойствами поверхностного слоя и большим содержанием в нем гумуса.

Различные системы обработки почвы оказали влияние на урожайность культур севооборота (табл. 5).

Урожайность озимой пшеницы за четыре ротации севооборота по плоскорезной обработке была на 0,14 т/га выше, чем по отвальной. Наибольшие прибавки урожая – 0,30; 0,25; 0,27 и 0,29 т/га были получены в 1990, 1993, 1999 и 2010 гг. В то же время семь лет не обеспечивали прибавки урожая, наоборот, отмечалось его снижение. Сходные данные получены и по озимой ржи – тринадцать лет урожайность была несколько ниже по плоскорезной обработке, чем при отвальной, в остальные годы – выше, и в среднем она оказалась больше на 0,12 т/га.



Таблица 5 – Урожайность сельскохозяйственных культур, т/га. Среднее за 1989 – 2016 гг.

Система обработки почвы	Ротация сево-оборота	Культура севооборота						Среднее зерновых единиц
		озимая пшеница	овес + клевер	клевер (сено)	озимая рожь	картофель	яч-мень	
Отвальная (контроль)	I	2,84	2,48	3,72	2,68	20,1	2,12	2,75
	II	2,51	2,04	3,05	2,73	17,6	1,90	2,45
	III	2,91	2,46	3,72	3,20	20,1	2,72	2,95
	IV	3,24	2,52	4,14	3,14	19,5	2,31	2,94
	Среднее	2,87	2,37	3,66	2,94	19,3	2,26	2,77
Плоскорез-ная	I	2,92	2,40	3,51	2,75	21,5	2,09	2,80
	II	2,70	1,98	2,91	2,88	19,4	1,86	2,55
	III	3,05	2,55	3,51	3,36	21,5	2,78	3,05
	IV	3,37	2,50	3,99	3,25	22,1	2,32	3,07
	Среднее	3,01	2,36	3,48	3,06	21,1	2,26	2,87
Комбиниро-ванная	I	2,87	2,61	3,67	2,69	19,9	2,18	2,77
	II	2,54	2,23	2,87	2,68	18,0	2,04	2,50
	III	2,99	2,62	3,67	3,18	11,9	2,90	2,83
	IV	3,21	2,58	4,00	3,14	20,7	2,40	3,00
	Среднее	2,90	2,51	3,55	2,92	17,6	2,38	2,77
HCP <sub>05</sub>		1,2	1,0	1,3	0,9	16	1,2	

Примечание: I ротация – 1989-1995 гг., II ротация – 1996-2002 гг., III ротация – 2003-2009 гг., IV ротация – 2010-2016 гг.

Основной причиной варьирования урожайности озимых культур при различных системах обработки почвы являлось содержание доступной влаги в почве в предпосевной и начальный период вегетации. Несколько по-другому проявилось действие систем обработки почвы под яровые зерновые. Урожайность овса и ячменя почти во все годы исследований была несколько выше при комбинированной обработке. Прибавка урожая овса составила 0,14 т/га, ячменя – 0,12 т/га. При сравнении отвальной и плоскорезной обработок по урожайности яровых зерновых закономерности не выявлено, она была практически одинаковой. При возделывании картофеля плоскорезная система обработки почвы, в среднем за годы исследований, обеспечила прибавку урожая клубней 1,8 т/га, а наиболее высокий урожай сена клевера получен по традиционной отвальной обработке почвы.

### Выходы

1. Длительное применение различных систем обработки в сочетании с применением удобрений увеличивало содержание в пахотном слое подвижного фосфора, обменного калия и повышало кислотность почвы.

2. Отвальная система обработки почвы способствовала более равномерному распределению гумуса по пахотному слою – 2,18 % в слое 0...10 см и 2,28 % в слое 10...20 см, плоскорезная – к увеличению содержания гумуса в верхнем слое – 2,46 % и 2,06 %, соответственно.

3. Корневая система растений по отвальной и комбинированной обработкам преимущественно сосредоточена в пахотном слое почвы. По отвальной в слое 0...10 см – 46,1 %, в слое 10...20 см – 45,3 %, по комбинированной – 46,1 и 46,0 %. По плоскорезной обработке большая часть корней (54,7 %) находилась в поверхностном слое почвы.

4. В среднем за четыре ротации севооборота плоскорезная система обработки почвы обеспечила более высокий выход продукции – 2,87 т/га зерновых единиц, за счёт увеличения урожайности озимых культур и картофеля. По отвальной и комбинированной обработкам урожайность несколько ниже – 2,77 т/га зерновых единиц.

### Список используемой литературы

1. Беленков А.И., Шевченко В.А., Трофимова Т.А., Шачнев В.П. Научно-практические основы совершенствования обработки почвы в



современных адаптивно-ландшафтных системах земледелия. Монография. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015.

2. Еськов А.И., Русакова И.В. Повышение эффективности использования растительных остатков в ресурсосберегающих технологиях // Совершенствование научных основ технологии производства и применения органических удобрений. Иваново: ИПК «ПрессСто». 2013.

3. Байбеков Р.Ф., Хайдуков К.П., Коваленко А.А., Забугина Т.М. Качественный состав органического вещества дерново-подзолистой почвы в длительном полевом опыте // Земледелие. 2020. № 1.

4. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А., Конищев А.А., Гарифуллин И.И. Исследование взаимосвязи «оптимальной плотности» почвы с урожайностью зерновых культур // Агрофизика. 2017. № 4.

5. Турусов В.И., Гармашов В.М., Нужная Н.А., Корнилов И.М., Говоров В.Н., Крячкова М.П., Гармашова Л.В. Биологическая активность и питательный режим почвы при разных приемах обработки под однолетние травы // Земледелие. 2020. № 6.

6. Борин А.А., Лошинина А.Э. Агрофизические свойства и засоренность почвы при применении агротехнологий разной интенсивности // Агрофизика. 2020. № 2.

7. Дридигер В.К., Кащаев Е.А., Стукалов Р.С., Паньков Ю.И., Войцеховская С.С. Влияние технологий возделывания сельскохозяйственных культур на их урожайность и экономическую эффективность в севообороте // Земледелие. 2015. № 7.

8. Николаев В.А., Мазиров М.А., Зинченко С.И. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы // Земледелие. 2015. № 5.

9. Воронов С.И., Зволинский В.П., Плескачев Ю.Н., Матвеева Н.И., Грабов Р.С. Роль приемов основной обработки почвы при возделывании ярового ячменя // Земледелие. 2020. № 2.

10. Митрофанов Ю.И., Петрова Л.И., Гуляев М.В., Первушина Н.К. Предпосевная обработка почвы при разных способах посева зерновых культур // Земледелие. 2020. № 6.

## References

1. Belenkov A.I., Shevchenko V.A., Trofimova T.A., Shachnev V.P. Nauchno-prakticheskie osnovy sovershenstvovaniya obrabotki pochvy v sovremennykh adaptivno-landshaftnykh sistemakh zemledeliya. Monografiya. M.: Izd-vo RGAU-MSKhA, 2015.
2. Yeskov A.I., Rusakova I.V. Povyshenie effektivnosti ispolzovaniya rastitelnykh ostatkov v resursosberegayushchikh tekhnologiyakh // Sovershenstvovanie nauchnykh osnov tekhnologii proizvodstva i primeneniya organicheskikh udobreniy. Ivanovo: IPK «PresSto». 2013.
3. Baybekov R.F., Khaydukov K.P., Kovalenko A.A., Zabugina T.M. Kachestvennyy sostav organicheskogo veshchestva dernovo-podzolistoy pochvy v dlitelnom polevom opyte // Zemledelie. 2020. № 1.
4. Perfilev N.V., Vyushina O.A., Konishchev A.A., Garifullin I.I. Issledovanie vzaimosvyazi «optimalnoy plotnosti» pochvy s urozhaynostyu zernovykh kultur // Agrofizika. 2017. № 4.
5. Turusov V.I., Garmashov V.M., Nuzhnaya N.A., Kornilov I.M., Govorov V.N., Kryachkova M.P., Garmashova L.V. Biologicheskaya aktivnost i pitatelnyy rezhim pochvy pri raznykh priemakh obrabotki pod odnoletnie travy // Zemledelie. 2020. № 6.
6. Borin A.A., Loshchinina A.E. Agrofizicheskie svoystva i zasorennost pochvy pri primenenii agrotehnologiy raznoy intensivnosti // Agrofizika. 2020. № 2.
7. Dridiger V.K., Kashchaev Ye.A., Stukalov R.S., Pankov Yu.I., Voitsekhovskaya S.S. Vliyanie tekhnologii vozdelivaniya selskokhozyaystvennykh kultur na ikh urozhaynost i ekonomicheskuyu effektivnost v sevooborote // Zemledelie. 2015. № 7.
8. Nikolaev V.A., Mazirov M.A., Zinchenko S.I. Vliyanie raznykh sposobov obrabotki na agrofizicheskie svoystva i strukturnoe sostoyanie pochvy // Zemledelie. 2015. № 5.
9. Voronov S.I., Zvolinskiy V.P., Pleskachev Yu.N., Matveeva N.I., Grabov R.S. Rol priemov osnovnoy obrabotki pochvy pri vozdelivaniyu yarovogo yachmenya // Zemledelie. 2020. № 2.
10. Mitrofanov Yu.I., Petrova L.I., Gulyaev M.V., Pervushina N.K. Predposevnaya obrabotka pochvy pri raznykh sposobakh poseva zernovykh kultur // Zemledelie. 2020. № 6.



## ДЕЙСТВИЕ ХИМИЧЕСКИХ МЕЛИОРАНТОВ И ИНТЕНСИФИКАТОРОВ ПРИ ПРОМЫВКЕ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЦЕЗИЕМ-137.

**Василенков В.Ф.,** ФГБОУ ВО Брянский ГАУ;

**Василенков С.В.,** ФГБОУ ВО Брянский ГАУ;

**Байдакова Е.В.,** ФГБОУ ВО Брянский ГАУ;

**Ториков В.Е.,** ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

В данной статье изложены результаты исследований влияния химических мелиорантов и интенсификаторов на вымывание цезия-137 из почвы. Подчеркивается особая важность их применения на землях малых населенных пунктов и личных подсобных хозяйств, где остро встает вопрос экономии воды и снижения внутреннего облучения населения от потребления в пищу загрязненной растениеводческой продукции. При разработке технологии по выщелачиванию цезия-137 из почвы нами были рассмотрены различные способы воздействия на почвенные частицы. Ставяясь ускорить процесс промывки, в лабораторных опытах использовали химические удобрения: хлористый калий, аммиачную селитру, известь и доломитовую муку. Также предусмотрели полив водой из осушительных каналов, где обилие микроэлементов, поступающих с дренажным стоком, способствует ускоренному выщелачиванию цезия-137 из почвы. Внесение органических удобрений, в частности, торфа и нерадиоактивного навоза улучшает фильтрационные свойства почв, существенно повышает экономию воды на вымыв 1-ого Бк/кг. В качестве интенсификаторов рассмотрены такие способы, как обработка воды и почвы ультразвуком и насыщение их воздухом с помощью компрессора. Эти мероприятия способствовали разуплотнению диффузного слоя, улучшению условий выщелачивания цезия. Все использованные нами химические мелиоранты и интенсификаторы многократно проверены в (более 100) лабораторных опытах и полевых экспериментах. Были выявлены сопутствующие природные явления, способствующие выщелачиванию цезия-137, такие как замораживание почвы и выделение углекислого газа при оттаивании почвы. Все рассмотренные нами мероприятия окупаются за счет стоимости предотвращенной дозы радиации и за счет полученной прибавки урожайности полевых культур.

**Ключевые слова:** химические мелиоранты, радио-цезий, интенсификаторы вымыва, выщелачивание цезия, дискриминация, десорбция, иллювиальный горизонт, предотвращенная индивидуальная доза облучения.

**Для цитирования:** Василенков В.Ф., Василенков С.В., Байдакова Е.В., Ториков В.Е. Действие химических мелиорантов и интенсификаторов при промывке почв, загрязненных цезием-137. // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3 (36). С. 12-21.

**Введение.** Радиоактивно загрязненные почвы Брянской области, в основном, дерново-подзолистые легкого органолептического (механического) состава с низким естественным плодородием, характеризуются невысоким содержанием гумуса (1- 1,5 % в верхнем горизонте и 0,6-0,2 % в нижних горизонтах) и низкой емкостью поглощения. Эти почвы содержат мало калия. Калий в таких почвах обладает вы-

сокой подвижностью. В пахотном горизонте на слабоокультуренных почвах калия содержится 5-6 мг на 100 г почвы. Потребность растений в питательных элементах на этих почвах составляет: в первом минимуме – азот, далее калий, фосфор и магний [1]. Применяя химические удобрения для ускорения промывки, следует учитывать строение почвенного профиля, в котором  $K_2O$  в пахотном горизонте в 2 раза



меньше, чем в иллювиальном, а  $P_2O_5$  в пахотном горизонте содержится больше. Равномерно снижается по генетическим горизонтам и до трех раз – в иллювиальном.

Использование химических мелиорантов приводит к ускорению процесса промывки и экономии воды, а следовательно, к снижению затрат труда. Известкование почвы осуществляется для поддержания высокой и стабильной урожайности сельскохозяйственных культур с нормативно-чистой продукцией. Защитно-поддерживающее известкование проводится при необходимости в зависимости от кислотности почв, и в первую очередь, на супесчаных почвах, где плотность загрязнения цезием-137 составляет 5-40 Ки/км<sup>2</sup>. Известь вносится большими дозами – 8-10 т/га и более [1]. В Брянской области на супесчаных почвах растениям не хватает магния, и его содержание колеблется от 0-2,5 мг на 100 г почвы до 5 мг на 100 г, поэтому рекомендуется заменять известь доломитовой мукой [1].

Стоимость извести в ценах 2013 года в Брянской области 1 руб./кг, а доломитовой муки – 1,5 руб./кг. На территории области также добываются и используются в качестве химмелиорантов известковые туфы, мел, мергель.

Внесение извести улучшает физические и химические свойства почвы, ведёт к нейтрализации почвенного раствора, уменьшает содержание Cs-137 в урожае в 1,5-2 раза [2].

На кислых почвах внесение минеральных удобрений должно проводиться до известкования. Эффективность от однократного внесения извести наблюдается в течение 3-5 лет.

В процессе исследования установлено, что после замораживания скорость фильтрации увеличивается, а замораживание поверхностного слоя почвы прекращает выход из неё углекислого газа, который образуется в результате биологических процессов в почве. Образование  $CO_2$  в почве происходит в результате разложения органического вещества микроорганизмами и дыхания корней. По литературным данным 30-40 % от общего почвенного потока углекислого газа создается за счет дыхания подземных органов растений [1, 2, 8]. Образовавшийся углекислый газ частично выделяется из почвы в атмосферу, что замедляется при замерзании верхнего слоя почвы, частично переходит в раствор почвенной влаги, образуя угольную кислоту. В уплотненной

почве при повышенном содержании влаги содержание  $CO_2$  в почвенном воздухе достигает 20 %. Степень кислотности воды и кислотности почв могут изменяться в широких пределах за счет одного природного компонента –  $CO_2$ . Диоксид углерода повышает десорбирующую способность воды и сам по себе является источником образования  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ .

Вымывание цезия в нашем полевом опыте [3, с.152] происходило высоким темпом, объясняется это, в частности, и выходом углекислого газа, который выделяется после оттаивания тонкой замерзшей корочки на поверхности почвы.

Следующим фактором, способствующим ускорению процесса вымывания цезия из замороженной почвы, является возникновение новых коллоидных частиц в результате многократного замораживания-оттаивания. В Брянской области в начале октября наблюдаются первые осенние заморозки, а последние – в первой декаде мая. Осенью часто случаются ночные заморозки, а зимой происходит несколько оттепелей. Гидрографические колебания весеннего стока в течение суток, на малых водосборных площадях замкнутых понижений, имеют вид кривой пилообразной формы с прекращением стока вочные часы.

Лепорский О. Н и др. утверждают, что 10 зерен роговой обманки размером 1-0,5 мм, за 30 циклов замерзания-оттаивания разрушаются, и образуется 330 частиц размером 0,05-0,01 мм. То же происходит и с полевым шпатом [4].

**Цели и задачи исследований.** Целью исследований являлось – изучить действие химических мелиорантов и интенсификаторов при промывке почвы, загрязненных радионуклидами цезия-137.

В задачу исследований входило обосновать взаимосвязанные процессы при внедрении элементов технологий выщелачивания цезия-137.

При разработке комплекса мероприятий по технологии выщелачивания радио-цезия из почвы было предусмотрено рассмотреть эффективность применения химических удобрений для ускорения выщелачивания цезия из почв, изменение параметров агрохимических свойств песчаных и супесчаных почв для повышения их плодородия.

Показать роль применения химических мелиорантов на землях дачных участков населенных пунктов и личных подсобных хозяйств.



**Объекты и методы исследования.** Изучение фактического перераспределения радионуклида цезия-137 в результате водной миграции проводилось нами на мелиоративных объектах Брянской области, построенных до Чернобыльской аварии на АЭС.

На этих же системах осуществлялась производственная проверка рекомендуемых водохозяйственных реабилитационных мероприятий.

Полевые исследования проводились в основном в юго-западных районах Брянской области, подвергшихся наибольшему радиоактивному загрязнению.

Для определения фона радиационного излучения в полевых условиях использовались стандартные дозиметрические приборы СРП-68-01, РКСБ-104-Белвар, ДКГ-03Д-«Грач» и другие. Отбирались пробы почвы, грунта, илистых отложений, воды, растений в соответствии с существующими положениями на проведение полевых исследований. С отобранными в полевых условиях образцами в водной лаборатории кафедры природообустройства и водопользования БГСХА изучались процессы водной миграции радионуклидов и управляющее воздействие на нее применительно к проблемам мелиорации и водного хозяйства. Изменение удельной активности проб в ходе опытов определялось на радиометре РУБ-01П6 с 15-ю повторами в радиометрической лаборатории БГСХА.

Общее количество выполненных лабораторно-полевых опытов 108. Продолжительность одного опыта от нескольких часов до нескольких лет. Методика проведения опытов была полностью разработана автором, а её эффективность проверена на отклонение стандартной среднестатистической ошибки, которое было в пределах нормы.

Методической базой математического моделирования служил метод, нашедший широкое применение в химической физике. В рамках этого подхода, используя законы сохранения, строятся кинетические модели, которые представляют собой системы нелинейных дифференциальных уравнений. Адекватность расчетных результатов реальности проверяется сравнением с экспериментальными данными, полученными в ходе собственных лабораторных и полевых исследований, и результатами наблюдений других исследователей.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Известные агрохимические приемы повышения

плодородия почвы (известкование, внесение органических и минеральных удобрений) в процессе исследования проявили себя как реабилитационные, снижающие дозу внутреннего облучения населения и животных. В опытах эти удобрения применяли в качестве химических мелиорантов при промывке почв от радио-цезия. Внесение повышенных доз калийных удобрений значительно снижало поступление цезия-137 в сельскохозяйственные растения. Больше всего десорбировалось цезия в раствор KCl из песка, средней и крупной пыли [2]. Когда дозы калийных удобрений больше потребности растений в 2-3 раза, присутствие радионуклидов в урожае снижается в 3-5 раз [2]. Загрязнение урожая цезием уменьшается в 15 раз, если калийные удобрения на кислых почвах вносить после известкования [5]. Норму внесения калийных удобрений повышают в 2 раза в зоне проживания населения с льготным социально-экономическим статусом и в 3 раза в зоне отселения. Несмотря на все издержки, затраты окупаются за счет прибавки урожайности сельскохозяйственных культур. Исследования многих ученых неоднократно показали, что при повышении нормы калийных удобрений выше 120 кг/га д.в., уменьшение цезия-137 в урожае происходит, но уровень рентабельности снижается. Несмотря на это, защитный эффект от однократного внесения калийных удобрений в высоких дозах (200-300 кг/га д.в.) наблюдается, устойчиво в течение 3-5 лет [2].

Так как ионы калия способствуют снижению перехода цезия из почвы в растения, то наблюдается дискриминация цезия относительно калия. Отношение цезия-137 к калию в растениях значительно меньше, чем оно в почве. Коэффициент дискриминации определяли по формуле:

$$K_{\text{дискр}} = \frac{\frac{^{137}\text{Cs}}{K} \text{ в растениях}}{\frac{^{137}\text{Cs}}{K} \text{ в почве}}$$

Дискриминация цезия в результате перехода из почвы в растения составляет сотые и тысячные доли единицы [1], а при внесении калия в почву она усиливается.

Ионный радиус цезия-137 больше, чем у калия, поэтому цезий сорбируется в почве быстрее и полнее, чем ионы калия. Но калий в микр концентрациях в почвенном растворе способствует десорбции цезия-137 обменно поглощаемый глинистыми и слюдистыми мине-



ралами [2]. С повышением содержания калия в почве поглощение цезия растениями уменьшается, ионы калия задерживают поглощение цезия и на сорбционных поверхностях корней, и на почвенных поверхностях коллоидов.

Большие концентрации Na, Li, Ca, Mg, Ba также увеличивали десорбцию Cs-137 как с поверхности почвенных коллоидов, так и с поверхности корней [1].

Внесение повышенных доз калийных удобрений (720, 790 кг/га) на песчаных почвах способствует обогащению их калием, но учитывая высокий промывной режим этих почв и слабую фиксирующую способность по отношению к калию, можно утверждать, что расходование калийных удобрений в таких дозах нерационально. Оправданным можно принять внесение калия 480 кг/га. Для конкретного хозяйства следует выбирать систему внесения удобрений на основании балансовых расчетов, с учетом особенностей почв, рассчитанную на расширенное, поддерживающее и на простое воспроизводство плодородия.

Увеличенное содержание калия в почве позволяет снижать содержание цезия-137 в урожае от 2 до 20 раз [5,6,7], что объясняется антаго-

низмом K и Cs и «эффектом разбавления» в надземной массе растений.

Внесение калия в Брянской области в последние годы значительно сократилось. В засушливых условиях концентрация цезия в зерне, в люпине (надземная масса) значительно выше допустимого уровня [1]. В полевых условиях поступление цезия-137 в урожай находится в обратной зависимости от количества осадков вегетационного периода года [1].

Если фосфорные и калийные удобрения превышают потребность растений в этих элементах в 2-3 раза, то поступление радионуклидов в урожай сельскохозяйственных культур снижается в 3-5 раза.

Влияние хлористого калия как химического мелиоранта было изучено в лабораторных условиях на песчаной почве при поливе затоплением [3, с. 93]. Исходная удельная активность почвы 11916 Бк/кг. В 13-ом промывном цикле в верхний слой почты 2 см внесено хлористого калия из расчета 259 кг/га. Удельная активность почвы в этом цикле уменьшилась на 205 Бк/кг, что соответствует индивидуальной предотвращенной дозе облучения 0,7 м-Зв/год.

**Таблица 1 – Вымыв цезия созданием слоя воды на поверхности песчаной почвы**

№ п/п	C <sub>ц</sub> Бк/кг	t пром. сут	W литр	Σ W нараст. литр	ΔС Бк/кг	Э вымыван. %	Интенси- фикаторы
1	2	3	4	5	6	7	8
Начало	11916						
1	11283	4	202,5	202,5	633	5,3	
2	11181	4	428,5	631,0	102	6,17	
3	11154	3	881,3	1512,5	27	6,4	
4	10799	4	559,9	2072,4	355	9,4	
5	10721	4	223,6	2296	78	10,03	
6	10671	4	380,5	2676,5	50	10,45	
7	10549	4	357,7	3034,2	122	11,5	ультразвук
8	10454	4	319,0	3353,2	95	12,27	ультразвук
9	10363	4	317,9	3671,1	91	13,03	компрессор
10	10162	4	292,4	3963,5	201	14,72	компрессор
11	10027	4	275,8	4239,3	135	15,85	компрессор
12	9855	4	194,6	4433,9	172	17,3	KCl
13	9650	4	230,9	4664,8	205	19,02	KCl
14	9443	4	215,6	4880,4	207	20,07	KCl
15	9166	4	260,9	5141,3	277	23,08	
Σ		59					

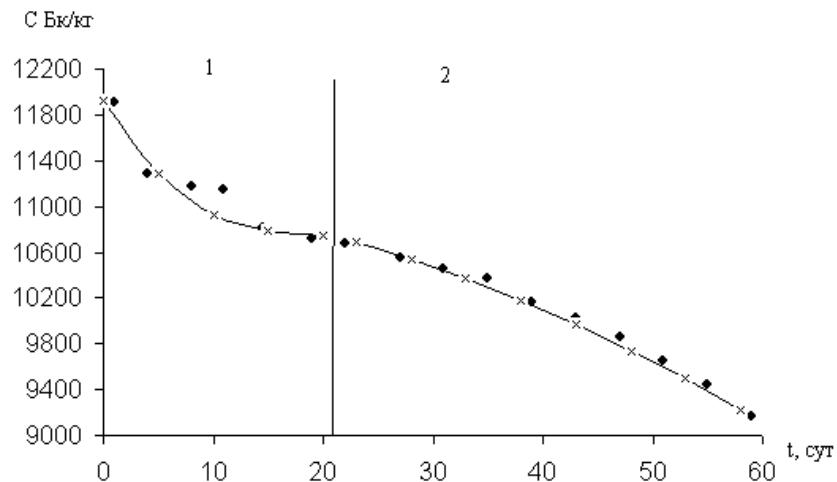


Рисунок 1

1- промывка водопроводной водой; 2 - промывка водой с интенсификаторами  
◆ - экспериментальные точки; x - расчетные точки

На рисунке 1 нанесены экспериментальные и теоретические точки, которые рассчитываются для периода полива обычной водой по уравнению:

$$C = \frac{2400}{1 + \frac{2400 - 1200}{1200} e^{-0.234t}}$$

с параметрами  $C_{\infty} = 2400$  Бк/кг,  $C_0 = 1200$  Бк/кг,  $\mu_{\text{HB}} = 0,234$  1/сут и для периода полива водой, обработанной различными интенсификаторами по уравнению:

$$C = \frac{4300}{1 + \frac{4300 - 600}{600} e^{-0.0497t}}$$

с параметрами  $C_{\infty} = 4300$  Бк/кг,  $C_0 = 600$  Бк/кг,  $\mu_{\text{HB}} = 0,0497$  1/сут.

Графики имеют форму в виде прямой линии, вогнутой и выпуклой кривой (рисунок 1). Описание по модели им соответствует.

В лабораторном опыте с легкосуглинистой почвой исходной удельной активности 4 234 Бк/кг [3, с.109] в десятом цикле вымылось из верхнего слоя 2,4 см почвенной колонны 183 Бк/кг, из второго слоя толщиной 2,5 см – 78 Бк/кг. Этот факт подтверждается, что в агрономических опытах в связи с его высокой подвижностью калий мигрирует в глубь почвы до иллювиального горизонта. В летний период калий также способствует снижению дозы облучения за счет получения более чистой продукции и повышения урожайности. Чем выше урожайность, тем меньше содержание радионуклидов на единицу массы.

При дефиците хлористого калия его целесообразно вносить только на площади повышенного загрязнения цезием, в замкнутых понижениях, на так называемых цезиевых пятнах. На площади 25 га таких пятен может быть 5-7 штук. При общей площади повышенного загрязнения 0,2 га, средняя площадь одного цезиевого пятна равна 0,03-0,04 га, потребуется 260 кг хлористого калия.

На почвах, бедных магнием предпочтительнее вносить при промывке цезия не извест, а доломитовую муку, которая содержит магний. После ее внесения в больших дозах до 10 т/га на легких дерново-подзолистых почвах с недостатком магния повышенные дозы калийных удобрений снижают загрязнение урожая Cs-137 до 15 раз [2]. Защитный эффект сохраняется в течение 3-5 лет.

Внесение аммонийных удобрений приводит к увеличению подвижности цезия-137, а при применении доз, превышающих потребность растений, способствуют накоплению цезия в сельскохозяйственных растениях [1].

Цезий-137 в кристаллической решетке в допустимой степени может замещаться аммонием так же, как и калием [2].

Роль солей аммония в подвижности цезия проверялась в лабораторных условиях при внесении аммиачной селитры ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) на легкосуглинистой почве при поливе дождеванием [3, с.109]. Исходная удельная активность почвы 4234 Бк/кг. Селитру вносили в 12-ом цикле в растворе с водой, и за один полив (цикл) вымыв цезия был равен 443 Бк/кг. Количество селит-



ры, внесенной в 2,2 см слой почвы, составило в пересчете на 1 га – 513 кг. Индивидуальная предотвращенная доза облучения, составила 1,546 м-Зв/год. Коллективная предотвращенная доза составила 0,773 чел.- Зв/год для населенного пункта в 500 человек.

Целесообразно вносить селитру в почвенный слой в растворе с поливной водой. В опыте, в котором вносили селитру в сухом виде на поверхность почвы, отсутствовал вымыв цезия в верхнем слое 2,5 см, а начинался только в нижележащем слое почвы.

Селитра в растворенном виде, внесенная в почву, обеспечивала вымывание и из верхнего слоя, и из лежащих ниже слоев. Так, в опыте [3, с.104] при использовании легкосуглинистой почвы с исходной удельной активностью 4158 Бк/кг, после внесения селитры в 12-ом промывном цикле в растворе вымылось из верхнего 396 Бк/кг, из второго нижнего слоя почвенной колонны – 237 Бк/кг. В 15-ом цикле того же опыта после применения водопроводной воды вымылось 170 Бк/кг из верхнего слоя и из второго – 192 Бк/кг.

В опыте [3, с.109] при промывке слоя легкосуглинистой почвы исходной удельной активности 4234 Бк/кг селитру вносили дождеванием в растворе с дистиллированной водой дозой в 2 раза меньше, чем в предыдущем опыте. В 11-ом цикле вымылось 159 Бк/кг из верхнего слоя и 151 Бк/кг из второго нижнего слоя, в 15-ом цикле, соответственно, из верхнего слоя 114 Бк/кг, из второго слоя 93 Бк/кг. Вымыв в 16-ом цикле составил 168 Бк/кг из верхнего слоя и 133 Бк/кг из второго нижнего слоя. Слои почвы отделялись друг от друга тонким слоем стеклохолста, который применяется в дренажном строительстве.

Многие агрохимические исследования показали, что калийные удобрения, внесённые в почву, в комбинации с другими удобрениями снижают содержание цезия-137 в урожае. На легких почвах самая высокая степень снижения достигается, если питательные элементы вносить в соотношении N: P: K=1:1,5:2 [1]. Использование минеральных удобрений в дозах N<sub>150</sub>P<sub>60</sub>K<sub>180</sub> и N<sub>225</sub>P<sub>90</sub>K<sub>270</sub> позволяет получить клубни картофеля с содержанием цезия в 2,7 и 3,2 раза ниже, чем на контроле.

По данным исследований, питательные вещества выносятся дренажным стоком из осу-

шаемых дерново-подзолистых супесчаных почв в следующем количестве: азота от 8 до 84 кг/га, фосфора – 0,6-1,2, калия до 14, кальция 22-238, магния – 32-62. Питательные элементы, перечисленные в приведенной комбинации, способствуют выщелачиванию цезия-137 из почвы при промывных поливах.

В лабораторных условиях нами были проведены опыты по промывке легкосуглинистой и супесчаной почвы при поливе дождеванием водой из магистрального канала осушительной системы п. Колодезский Новозыбковского района. Из легкосуглинистой почвы за один полив вымылось 118 Бк/кг из верхнего слоя почвенной колонны и 67 Бк/кг из второго нижнего слоя. В следующем поливе при использовании дистиллированной воды вымылось из верхнего слоя 114 Бк/кг, из второго слоя 93 Бк/кг, сказалось последействие удобрений. Опыт с супесчаной почвой при поливах водой из магистрального канала дождеванием (10-й полив) в среднем по двум слоям показал вымыв 187 Бк/кг, второй полив - 373 Бк/кг, третий полив – 240 Бк/кг. Эти показатели достаточно высокие. В западных районах Брянской области, которые наиболее загрязнены цезием, было построено много осушительных систем, которые до сих пор функционируют. В Новозыбковском районе п. Холевичи СПХ «Коммунар» построена и действует в настоящий момент оросительная система на базе современной дождевальной машины BAUER, которая забирает воду из магистрального осушительного канала. Осенью 2015 г пробы почвы, взятые с картофельного поля, показали радиоактивность в пределах 1000 Бк/кг. Этот показатель немного превышает допустимые нормы, но пробы на радиоактивность клубней картофеля показали, что он нормативно чистый.

Рассмотрим роль извести при проведении промывных поливов в лабораторных условиях на легкосуглинистых почвах с начальной удельной активностью 4682 Бк/кг [3, с.120]. Полив по типу капельного орошения осуществлялся с помощью специального капельного устройства. В исследуемый на радиоактивность слой почвы, на глубину 2 см внесено 4,55 г извести – пушонки с тщательным перемешиванием. Если пересчитать на 1 га эта доза составит 1,7 т. Промывным поливом в 10-ом цикле после внесения извести удельная радиоактивность



почвы была снижена на 102 Бк/кг, что соответствует предотвращенной индивидуальной дозе облучения 0,349 м-Зв/год. Предотвращенная коллективная доза облучения для населения 500 человек составит 0,174 чел.-Зв/год.

Н.М. Белоусом и др. (2006) доказано, что навоз, внесенный в почвенный слой в качестве органического удобрения, снижал поступление радионуклида цезия в урожай в 1,5-3 раза и эффект влияния органики был выше на малопродуктивных почвах легкого механического состава [1]. Органическое вещество способно сорбировать небольшое количество цезия-137, но радионуклид все же остается в подвижном состоянии и может легко десорбироваться. Навоз способствует возрастанию плодородия почвы, восполняет потери гумуса и недостаток питательных элементов, увеличивает скорость фильтрации воды, улучшает водно-физические свойства почвы. При окультуривании почвы с использованием навоза повышается урожайность, наращивается биомасса в растениях, в результате чего происходит «разбавление» и снижение поступления цезия в единицу продукции. Б.Н. Анненков Б.Н. и Е.В. Юдинцева рекомендуют вносить органические удобрения под пропашные культуры по 40-60 т/га под зерновые - 20-30 т/га [2]. Под овощные культуры авторы рекомендуют вносить до 100 т торфа на 1 га на небольших территориях.

Опыты по промывке с использованием навоза проводили на дерново-подзолистой почве легкосуглинистой по гранулометрическому составу с исходной удельной активностью 2105 Бк/кг (почву брали в зоне проживания с правом на отселение). Пробу почвы перемешали с сухим измельченным навозом, который взяли на ферме КРС, расположенной за пределами зоны радиоактивного загрязнения. Удельная активность подготовленной пробы снизилась на 136 Бк/кг, при средней поливной норме за один полив – 367 м<sup>3</sup>/га. Общая промывная норма при этом составила 5142 м<sup>3</sup>/га. Для уменьшения удельной активности на 1 Бк/кг потребовалось 37,8 м<sup>3</sup>/га воды. В сравнении с песчаной почвой вымыв оказался ниже в 2,65 раза, но на супесчаной почве затраты воды оказались почти в два раза больше – 9936,5 м<sup>3</sup>/га.

В опыте с легкосуглинистой почвой без добавления навоза, с начальной удельной активностью 2576 Бк/кг, вымыв цезия составил 247

Бк/кг при общей промывной норме 16737 м<sup>3</sup>/га, что в 3,9 раза больше, чем при промывке этой почвы с навозом.

Следовательно, навоз снижает эффективность выщелачивания цезия. Однако, учитывая, что удельные затраты воды на 1 Бк/кг в количестве 37,8 м<sup>3</sup>/га намного меньше, промывка с применением нерадиоактивного навоза становится целесообразной даже без учета «разбавления» цезия при увеличении урожайности на удобренных навозом орошаемых землях.

В опыте при внесении в почву 10 % навоза скорость фильтрации промывной воды повысилась в 2-3 раза, среднее её значение на почве с навозом составило 0,0264 см/мин, а на почве без навоза – 0,0108 см/мин. Навоз часто используется населением в качестве удобрения почвы на приусадебных и дачных участках, и его применение следует рекомендовать как эффективное легкодоступное реабилитационное мероприятие на территориях, загрязненных цезием-137.

Сравнивая темпы извлечения цезия из почвы с разной степенью загрязнения, на примере проведённых опытов по промывке нами были получены следующие результаты.

При промывке супесчаной почвы с начальной удельной активностью 2303 Бк/кг [3, с.93], после 15 циклов величина выноса цезия составила 21,7 %. В 8 и 14 циклах под промывку вносили аммиачную селитру. Общее снижение удельной активности за 15 циклов было равно 499 Бк/кг.

При промывке песчаной почвы, с исходной удельной активностью 11916 Бк/кг [3, с.93], после 15 циклов величина выноса цезия в процентном отношении – 23,1 % почти такая же, как в предыдущем опыте, но в двух циклах использовался ультразвук, в трех циклах компрессор, и в трех циклах вносился хлористый калий. Общее снижение удельной активности за 15 циклов составило 2750 Бк/кг.

В результате промывки легкосуглинистой почвы с начальной активностью 4159 Бк/кг [3, с. 104] после 15 циклов получен эффект выноса цезия 31,3 %. В 12 и 15 циклах была внесена аммиачная селитра. Для полива применялась дождевая и снеговая вода, а в предыдущих опытах использовали водопроводную воду. Уменьшение удельной активности за всё время промывки - 1302 Бк/кг.

В другом опыте с легкосуглинистой почвой исходной удельной активности 4234 Бк/кг [3, с.109] эффект выщелачивания цезия-137 после 15 циклов составил 24,9 %. В 10 цикле вносились хлористый калий, а в 11, 12 – аммиачная селитра, удельная активность при этом уменьшилась на 1043 Бк/кг.

Супесь промывалась с исходной удельной активностью 11258 Бк/кг [3, с.110], после 12 циклов полива почва очистилась на 2904 Бк/кг. Эффект от промывки был равен 25,4 %, интенсификаторы при этом не применялись, но в пяти циклах почва подвергалась заморозке.

Далее в опыте супесчаная почва с удельной активностью в начале 11664 Бк/кг [3, с.113] промывалась 12 циклов, используя дождевую, снеговую и воду из магистрального осушительного канала. Эффективность очистки в среднем по двум слоям была 22,5 %. Удельная активность в первом слое уменьшилась на 3005 Бк/кг, во втором – на 2230 Бк/кг. Почва при этом 4 раза подвергалась заморозке, интенсификаторы не использовались. Отличие от предыдущего опыта в том, что под слоем ра-

диоактивной почвы был уложен слой цеолита, который способствовал замедлению скорости фильтрации, возможно, потому величины выщелачивания цезия несколько снизились.

Проанализированные опыты показывают, что эффект выщелачивания цезия из более загрязненных почв характеризуется более низкими показателями. Процесс проходит менее интенсивно, но абсолютная величина выноса цезия в несколько раз превышает вымыв цезия из менее загрязненных почв. Сроки полной очистки почв растягиваются, но окупаемость химмилиорантов на более загрязненных почвах будет выше.

Подобную закономерность менее интенсивного выщелачивания урана из более богатых рудоносных пород обнаружил С.В. Маркелов с соавторами [8].

Кроме того, нами был проведен длительный опыт с 15.12.2006 по 5.03.2008 по промывке цезия из песчаной почвы при создании слоя воды 5,5 см на поверхности. Весь период был разделён на 3 этапа. За первый этап с 15.12.2006 по 5.04.2007г совершено 15 поливов, продолжительностью 5 суток каждый (см. рисунок 1).

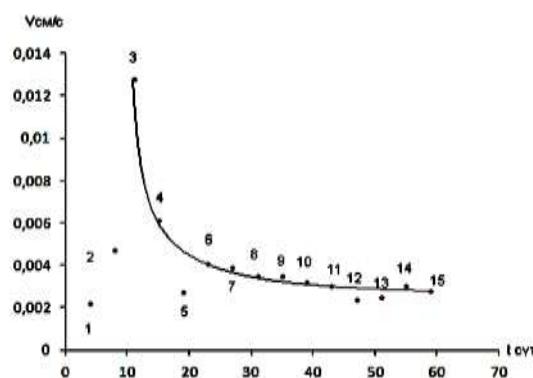


Рисунок 2 – Изменение скорости фильтрации V на протяжении первого этапа промывки 15.12.2006 - 5.04.2007 г. созданием слоя воды 5,5 см на поверхности песчаной почвы

Точки 1,2,5 отклонились от кривой в связи с образованием на поверхности почвы пленки гидрата окиси железа; точки 7,8,9,10,11 показывают воздействие ультразвука и компрессора; точки 12,13,14 характеризуют вымыв, при внесении KCl.

Вымыв цезия за один полив, составил в среднем 1,53 %. Как видно из рисунка 2 промывка почвы водопроводной водой в 1-ом, 2-ом и 5-ом циклах характеризуется невысокой средней скоростью фильтрации за цикл. Вода была желто-коричневого цвета, т. е. содержала

большое количество растворенного железа. Двухвалентное железо и кислород при фильтрации воды образуют на поверхности почвы пленку из сложного комплекса ионов и окислов железа. Такая пленка способствует снижению скорости фильтрации, что наблюдалось в первом, втором, пятом промывном цикле (рисунок 2). Железо, находящееся в поглощающем комплексе почвы, можно заменить натрием, растворив в воде техническую поваренную соль NaCl. Реакция обмена между Fe и Na в растворе происходит очень быстро, и при подаче воды



продукт обменной реакции хлорное железо интенсивно выносится из почвы. Натрий придает почве высокую плотность в сухом состоянии, а при смачивании - почва сильно набухает и ее фильтрационные свойства резко снижаются.

В 7, 8 цикле (рисунок 2) слой промывной воды обрабатывался ультразвуком. Такая обработка не способствовала увеличению скорости фильтрации, но вызвала разуплотнение диффузного слоя и в результате вымыв цезия в этих циклах значительно увеличился. В 9, 10, 11 циклах слой воды насыщался воздухом с помощью компрессора. В результате существенно увеличилась турбулизация потока и возросла эффективность выщелачивания цезия-137. Полностью проходя почвенную колонну высотой 1 м, фильтрационный поток на выходе оставался насыщенным пузырьками воздуха. В среднем за один цикл благодаря насыщению воздухом вымывалось 140 Бк/кг.

### Выводы.

1. Необходимость решения вопроса о применении химических мелиорантов обусловливается неравномерностью распределения и дефицитом водных ресурсов. Часто встречается, когда в населенных пунктах деревенский колодец – единственный источник водоснабжения. Необходимо в реабилитационных мероприятиях на землях ЛПХ и дачных участках населённых пунктов использовать химические мелиоранты и навоз. Внесение навоза снижало эффективность вымывание цезия, но небольшие удельные затраты воды на вымыв 1 Бк/кг – 37,8 м<sup>3</sup>/га, характеризуют промывку с использованием не-радиоактивного навоза как целесообразную.

2. Хлористый калий под промывку загрязненных цезием почв в слой 10 см рекомендуется вносить из расчета 1,3 т/га. Внесенное удобрение не вымывается с иллювиального горизонта и используется вегетирующими растениями в весенне-летний период. При дефиците хлористого калия его целесообразно вносить только в замкнутых понижениях, где формируются цезиевые пятна.

3. Аммиачную селитру рекомендуем вносить в растворенном виде в почвенный слой 10 см дозой 2,3 т/га. Селитра, внесенная в сухом виде на поверхность почвы, не способствовала вымыванию цезия из верхнего слоя 2,5 см, а выщелачивание начиналось только со 2-го слоя.

4. Известь рекомендуется вносить в виде пушонки (в сухом состоянии) дозой 8,6 т/га для слоя 10 см или в виде известкового молока в слой почвы 10 см – по 2,8 т/га. Известь является одним из самых дешевых химмелиорантов.

5. В песчаных и супесчаных почвах Брянской области недостаточно магния для растений, поэтому рекомендуется использовать в качестве удобрения доломитовую муку вместо извести.

6. В качестве источников орошения рекомендуем магистральные осушительные каналы, которые принимают дренажные воды с распаханных земель. Комбинация питательных микроэлементов в этой воде способствует выносу цезия-137 из почвы при промывных поливах. В опытах с легкосуглинистой почвой за один полив происходит снижение удельной активности до 120 Бк/кг и на супесчаной почве – до 180-370 Бк/кг.

7. Вода, насыщенная углекислым газом, не была использована в опытах напрямую для промывки. Углекислый газ, высвобождающийся из почвы при оттаивании мерзлой корочки на поверхности почвы, учитывался в разработанных нами технологиях для ускорения извлечения цезия-137 из замороженных почв, используя периоды с отрицательными температурами воздуха по сезонам промывки.

8. Использование химических мелиорантов под промывку способствует снижению удельных затрат воды в 2-3 раза. Но основная экономия воды происходит за счет уменьшения числа разовых промывок за сезон и даже сокращения количества сезонов. Влияние климатических условий здесь имеет существенное значение.

9. В качестве интенсификатора вымывания рекомендуется использовать ультразвук, который не способствовал увеличению скорости фильтрации, но разуплотнял диффузный слой, а вымывание цезия-137 существенно увеличивалось. Рекомендуется насыщать воду воздухом с помощью компрессора. При этом эффективность вымывания увеличивается и турбулизация потока возрастает. В среднем за цикл при насыщении воздухом вымывается 140 Бк/кг.

### Список используемой литературы

1. Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф. Продуктивность пашни и реабилитация песчаных почв. Брянск: БГСХА, 2006.



2. Анненков Б.Н., Юдинцева Е.В. Основы сельскохозяйственной радиологии // М.: Агропромиздат, 1991.
3. Василенков С.В. Водохозяйственные реабилитационные мероприятия на радиоактивно загрязненных территориях. М.: Изд. МГУП, 2010.
4. Лепорский О.Р., Седов С.Н., Шоба С.А., Бганцов В.Н. Роль промораживания в разрушении первичных минералов подзолистых почв // Почвоведение. 1990. № 6. С.112-116.
5. Алексахин Р.М., Моисеев И.Т., Тихомиров Ф.А. Агрохимия  $^{137}\text{Cs}$  и его накопление сельскохозяйственными растениями // Агрохимия. 1977. № 2. С. 129-142.
6. Алексахин Р.М., Васильев А.В., Дикарев В.Г. и др.; под ред. Алексахина Р.М., Корнеева Н.А. // Сельскохозяйственная радиоэкология. М.: Экология. 1992.
7. Алексахин Р.М., Моисеев И.Т., Тихомиров Ф.А. Поведение  $^{137}\text{Cs}$  в системе почва - растение и влияние внесения удобрений на накопление радионуклида в урожае // Агрохимия. 1992. № 8. С. 127-138.
8. Маркелов С.В., Малухин Н.Г., Лобанов П.Д. Ресурсосбережение и экология в процессах инженерной геотехнологии при освоении урановых месторождений. М., 2003. С.3-95.
9. Василенков В.Ф., Василенков С.В., Козлов Д.В. Водохозяйственная радиология. Учебное пособие. М.: ФГОУ ВПО МГУП, 2009.
10. Василенков С.В. Технология выщелачивания радионуклида цезия из почвы // Природообустройство. 2015. № 5. С.59-63.
- References**
1. Belous N.M., Shapovalov V.F. Produktivnost pashni i reabilitatsiya peschanykh pochv. Bryansk: BGSKhA, 2006.
2. Annenkov B.N., Yudintseva Ye.V. Osnovy selskokhozyaystvennoy radiologii // M.: Agropromizdat, 1991.
3. Vasilenkov S.V. Vodokhozyaystvennye reabilitatsionnye meropriyatiya na radioaktivno zagryaznennykh territoriyakh. M.: Izd. MGUP, 2010.
4. Leporskiy O.R., Sedov S.N., Shoba S.A., Bgantsov V.N. Rol promorazhivaniya v razrushenii pervichnykh mineralov podzolistykh pochv // Pochvovedenie. 1990. № 6. S.112-116.
5. Aleksakhin R.M., Moiseev I.T., Tikhomirov F.A. Agrokhimiya  $^{137}\text{Cs}$  i ego nakople-nie selskokhozyaystvennymi rasteniyami // Agrokhimiya. 1977. № 2. S. 129-142.
6. Aleksakhin R.M., Vasilev A.V., Dikarev V.G. i dr.; pod red. Aleksakhina R.M., Korneeva N.A. // Selskokhozyaystvennaya radioekologiya. M.: Ekologiya. 1992.
7. Aleksakhin R.M., Moiseev I.T., Tikhomirov F.A. Povedenie  $^{137}\text{Cs}$  v sisteme pochva - rastenie i vliyanie vneseniya udobreniy na nakoplenie radionuklida v urozhae // Agrokhimiya. 1992. № 8. С. 127-138.
8. Markelov S.V., Malukhin N.G., Lobanov P.D. Resursosberezhenie i ekologiya v protsessakh inzhenernoy geotekhnologii pri osvoenii uranovykh mestorozhdeniy. M., 2003. S.3-95.
9. Vasilenkov V.F., Vasilenkov S.V., Kozlov D.V. Vodokhozyaystvennaya radiologiya. Uchebnoe posobie. M.: FGOU VPO MGUP, 2009.
10. Vasilenkov S.V. Tekhnologiya vyshchelachivaniya radionuklida tseziya iz pochvy // Prirodoobustroystvo. 2015. № 5. S. 59-63.



## УРОЖАЙНОСТЬ И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА И ВНЕКОРНЕВОЙ ОБРАБОТКИ МАРГАНЦЕМ, МЕДЬЮ И МОЛИБДЕНОМ

**Иванов Д.И.**, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва;

**Иванова Н.Н.**, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва;

**Прокина Л.Н.**, Мордовский НИИСХ-филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока

В статье приводятся данные по урожайности зерна и посевных качеств полученного урожая яровой пшеницы в зависимости от сорта и применения микроудобрительных препаратов марганца, меди, молибдена и ультрамага комби. Исследования проводились в полевом двухфакторном краткосрочном опыте, заложенном в 2018–2019 годах в Мордовском НИИСХ – филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока на черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом. Изучали 3 сорта яровой пшеницы: Тулайковская 10, Тулайковская 108 и Йолдыз и 7 вариантов внекорневой обработки удобрительными препаратами: 1) контроль – обработка водопроводной водой; 2) N в амидной форме (фон) – 0,39 кг/га, 3) фон + Mn+Cu; 4) фон + Mn+Mo; 5) фон + Cu+Mo; 6) фон+Mn+Cu+Mo; 7) Ультрамаг комби – 2 л/га. Смеси микроэлементов Mn, Cu, Mo применялись в суммарной концентрации 0,03 %, эквивалентной суммарной концентрации микроэлементов в рабочем растворе препарата Ультрамаг комби. Обработки проводили двукратно в фазу кущения и колошения. Было выявлено, что наилучшие показатели продуктивности сформировались у яровой пшеницы сорта Йолдыз. Наибольшая урожайность яровой пшеницы сорта Тулайковская 10 и Тулайковская 108 складывались при внекорневой обработке посевов парной смесью меди и молибдена на фоне азота, а сорта Йолдыз – марганца и меди, а также марганца и молибдена на фоне азота. Наибольшей отзывчивостью в улучшении посевных качеств под воздействием удобрительных препаратов обладал сорт Йолдыз. Из изучаемых сочетаний микроудобрений парное внесение марганца и меди, марганца и молибдена на фоне азота, а также препарата Ультрамаг комби было наиболее эффективным в улучшении комплекса посевных качеств яровой пшеницы сортов Тулайковская 10 и Йолдыз.

**Ключевые слова:** яровая пшеница, чернозем выщелоченный, сорт, микроудобрения, урожайность, всхожесть, энергия прорастания, сила роста семян.

**Для цитирования:** Иванов Д. И., Иванова Н. Н., Прокина Л. Н. Урожайность и посевные качества яровой пшеницы в зависимости от сорта и внекорневой обработки марганцем, медью и молибденом // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3 (36). С. 22-29.

**Введение.** Современный этап развития сельского хозяйства можно отнести к «постиндустриальному», для которого характерно введение щадящих систем, повсеместное применение ресурсосберегающих технологий, многократно снижающих риск неурожая [1]. Данная работа должна быть комплексной. С одной стороны, важно развивать у специалистов-аграриев

навыки межъязыковой коммуникации, международное сотрудничество с целью стажировок и обмена опытом по ведению экологического земледелия [2]. С другой стороны, в местных условиях следует вести постоянную экспериментальную работу по изысканию дополнительных возможностей для обеспечения устойчивых урожаев зерновых культур. Ключевую



роль в обеспечении устойчивости урожаев занимает выведение и использование сортов, обладающих значительным потенциалом продуктивности и устойчивых к неблагоприятным факторам внешней среды. Интерес могут представлять новые сорта селекции Татарского НИИСХ, сочетающие высокую урожайность с повышенным адаптивным потенциалом [3], например, сорт Йолдыз. Также интерес представляет сорт яровой мягкой пшеницы Тулайковская 108 – сорт волжской степной агроэкологической группы, показавший преимущество перед лучшими селекционными образцами Самарского НИИСХ [4].

Регулирование минерального питания может рассматриваться как средство преодоления стресовых условий для развития зерновых культур и существенный фактор повышения продуктивности [5, 6]. В настоящее время создано множество удобрительно-стимулирующих препаратов на основе микроэлементов (ЖУССы, РЕАКОМ, Кристалон, Аквамикс, Тенсококтейль, Микровит, Нутривант, Микроэл, Микромак, Ультрамаг комби, Азосил). Имеется информация об их эффективности [7–12]. Приводятся данные об увеличении урожайности на 13–36 % и повышении качества под воздействием микроудобрений [8, 9, 13]. Отмечена возможность снижения расхода влаги яровой пшеницы при внекорневой обработке микроэлементами [14]. Происходит и дальнейшее развитие производства препаратов, модификация их на основе компонентов аминокислот, гуминовых и фульвокислот, полисахаридов, витаминов [15]. Однако применение комплексных микроудобрительных препаратов в исследованиях некоторых ученых [16] показало неоднозначную эффективность и требует дополнительного изучения. Интересно также выявить сортовую реакцию зерновых культур на применение поликомпонентных удобрительных препаратов.

**Цель.** Цель работы – изучить продуктивность и посевные качества урожая яровой пшеницы в зависимости от сорта и внекорневой обработки сочетанием марганца, меди и молибдена, а также препаратом Ультрамаг комби.

**Методика исследований.** Исследования выполнялись в опытном поле Мордовского НИИСХ – филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. Объектом исследования являлась яровая мягкая пшеница трех сортов, возделываемая в 2018–2019 гг. в полевом опыте на черно-

земе выщелоченном тяжелосуглинистом. Плодородие пахотного слоя почвы характеризовалось следующими агрохимическими показателями: средним содержанием органического вещества (6,9 %), высоким – фосфора и калия (189 и 191 мг/кг соответственно), высоким – меди (5,9 мг/кг), средним – марганца (49,2 мг/кг) и молибдена (0,19 мг/кг), среднекислой реакцией среды ( $pH_{KCl} = 4,8$ ).

Полевой опыт – двухфакторный в шестикратной повторности. Схема опыта включала 21 вариант:

Фактор А – сорт яровой пшеницы:

- 1) Тулайковская 10 (стандарт);
- 2) Тулайковская 108;
- 3) Йолдыз;

Фактор В – внекорневая обработка удобрительными препаратами:

- 1) контроль (обработка водопроводной водой);
- 2) N в амидной форме (фон) – 0,39 кг/га;
- 3) фон + Mn+Cu (0,03 % по сумме микроэлементов);
- 4) фон + Mn+Mo (0,03 % по сумме микроэлементов);
- 5) фон + Cu+Mo (0,03 % по сумме микроэлементов);
- 6) фон+Mn+Cu+Mo (0,03 % по сумме микроэлементов).

7) Ультрамаг комби – 2 л/га.

Размещение вариантов опыта – систематическое методом расщепленных делянок. Способ размещения организованных повторений – сплошной в 1 ярус.

Площадь делянки I-го порядка – 50,4 м<sup>2</sup>, II-го порядка – 7,2 м<sup>2</sup>. Учетная площадь делянки II-го порядка составляла 5,5 м<sup>2</sup>.

В варианте № 7 использовалось многокомпонентное жидкое комплексное микроудобрение для зерновых культур Ультрамаг комби компании Щелково Агрохим. Состав препарата: N в амидной форме (195 г/л), Mg (26 г/л), Cu (11,7 г/л), Fe (10 г/л), Mn (14,3 г/л), Zn (13 г/л), Mo (0,065 г/л), Ti (0,3 г/л). Микроэлементы представлены в хелатной форме. Препарат использовался в рекомендованной производителем норме (2 л/га), при норме расхода рабочего раствора 300 л/га (0,13 %-ный рабочий раствор по азоту).

В варианте № 2 использовался азот в виде карбамида в количестве, эквивалентном внесению препарата Ультрамаг комби (0,39 кг/га).



В вариантах 3–6 применялись парные и тройные смеси микроэлементов Mn, Cu, Mo в суммарной концентрации 0,03 %, эквивалентной суммарной концентрации микроэлементов в рабочем растворе препарата Ультрамаг комби. Использовались сернокислые соли ( $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ ,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) и  $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ . Для хелатирования применялся  $Na_2EDTA$  в молярном соотношении 1:1.

Во всех вариантах (кроме № 7) дополнительно использовался адьювант Адью (концентрация в рабочем растворе 0,05 %). Все внекорневые обработки проводились двукратно в фазу кущения и колошения.

Предпосевная обработка почвы заключалась в ранневесеннем бороновании и предпосевной культивации. Сев проводили сеялкой СЗТ-3,6 нормой высева 5,5 млн. всхожих семян на 1 га. После посева почву прикатывали. Агротехника в опыте, рекомендованная для условий Республики Мордовии. В фазу кущения была проведена баковая обработка гербицидом ТЕРРАстар (0,1 л/га) и инсектицидом Аккорд (0,1 л/га).

Определение агрохимических показателей проводили согласно следующим методикам: кислотность – по ГОСТ 26483-85, массовую долю подвижного фосфора и калия – по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 54650-2011), органического вещества – по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), массовую долю меди – по ГОСТ Р 50684-94, п. 6.2, марганца – по ГОСТ Р 50682-94, п. 6.2, молибдена – по ГОСТ Р 50689-94, п. 6.2.

Уборка и учет урожая осуществлялись поделяночно путем отбора снопов с  $1\text{ м}^2$  с последующим их обмолотом и пересчетом на 100 % чистоту и 14 % влажность. Определение посевных качеств (энергии прорастания, всхожести) проводили по ГОСТ 12038-84 [17] в 4-кратной повторности методом проращивания в рулонах. На 3-й день определяли энергию прорастания, на 7-й день – всхожесть путем подсчета нормально проросших семян. Сила роста определялась методом морфофизиологической оценки проростков на 5-е сутки [18, с. 211].

Статистическая обработка результатов исследований была проведена методом дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа с использованием пакетов прикладной

программы «Stat» на ПЭВМ.

В целом за вегетационный период яровой пшеницы ГТК составил 0,83, что оценивается как засушливый. Наихудшие условия увлажнения складывались с мая по вторую декаду июня (критический период), за данный период выпало осадков меньше среднемноголетней нормы на 28 мм. С третьей декады июня и до конца июля увлажнение восстановилось до средних многолетних норм. ГТК за июль соответствовал нормальным условиям увлажнения.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Урожайность зерна яровой пшеницы отражена на рисунке 1.

В среднем по опыту продуктивность яровой пшеницы сорта Йолдыз превысила таковую как контрольного сорта (Тулайковская 10) на  $43\text{ г/м}^2$  (19,5 %), так и сорта Тулайковская 108 на  $30\text{ г/м}^2$  (13 %).

У сорта Тулайковская 108 применение азота, а также парное использование Mn и Cu и особенно Cu и Mo вызывало тенденцию к увеличению продуктивности зерна на 25, 20 и  $28\text{ г/м}^2$  по отношению к контролю.

У сорта Тулайковская 10 математически достоверное увеличение продуктивности зерна по отношению к контролю наблюдалось на варианте с парным применением Mn+Mo на фоне азота ( $+50\text{ г/м}^2$ , или 26 %) и с парным применением Cu+Mo на фоне азота ( $+76\text{ г/м}^2$ , или 40 %). Причем вариант с внесением Cu+Mo на фоне азота эффективен как по отношению к азотному фону ( $+69\text{ г/м}^2$ , или 35 %), так и по отношению к тройной смеси микроэлементов на фоне азота ( $+44\text{ г/м}^2$ , или 19,6 %).

У сорта Йолдыз произошло достоверное увеличение продуктивности зерна по отношению к контролю на всех вариантах с применением микроэлементов на фоне азота, в том числе при применении препарата Ультрамаг комби ( $+53\ldots75\text{ г/м}^2$ ). Причем наиболее эффективен оказался вариант с парным внесением Mn и Cu на фоне азота: прибавка урожая составила  $72\text{ г/м}^2$  (34,5 %) по отношению к контролю,  $53\text{ г/м}^2$  (22 %) по отношению к азотному фону. Чуть менее эффективным оказался вариант с парным внесением Mn и Mo на фоне азота – прибавка урожая зерна составила  $62\text{ г/м}^2$  (29 %) по отношению к контролю.

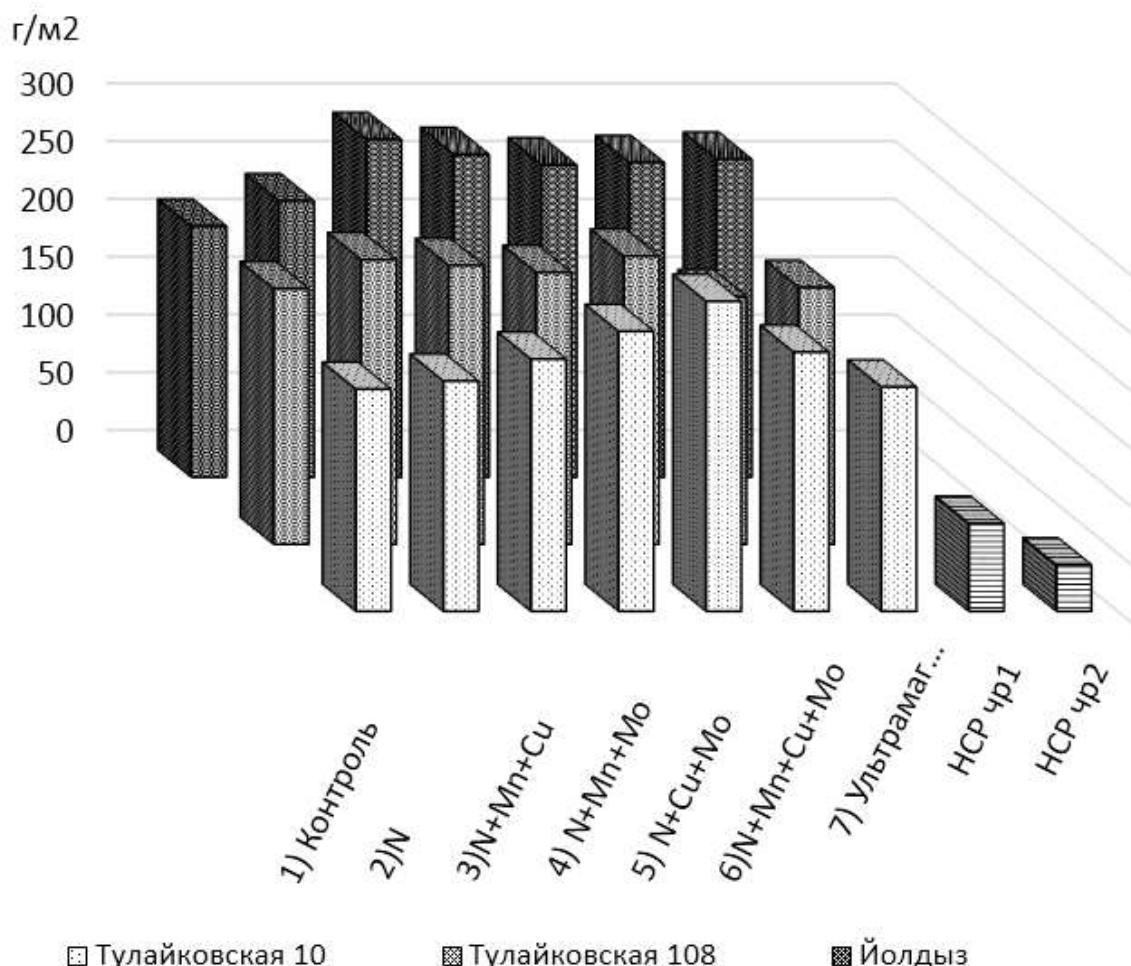


Рисунок 1 – Урожайность зерна яровой пшеницы

Экспериментальные данные по посевным качествам потомства яровой пшеницы в зависимости от сорта и применяемых средств внекорневого питания представлены в таблице 1.

Энергия прорастания, определяемая для пшеницы как % нормально проросших семян на трети сутки, может характеризовать способность семян к одновременному прорастанию, что очень важно для агроценозов. Полученные семена с делянок, не обработанных средствами химизации, не имели существенных различий в энергии прорастания, наблюдалась лишь тенденция к снижению данного показателя у сорта Йолдыз по отношению к сорту Тулайковская 10 (-5,5 %) и Тулайковская 108 (-7,2 %).

Отдельно применяемый азот во внекорневую подкормку вызывал тенденцию к увеличению данного показателя у сорта Тулайковская 10 (на 7,0 %) и существенно увеличивал – у сорта Йолдыз (на 16,0 %) по отношению к контролю

(без применения средств внекорневого питания). Совместное применение всех сочетаний микроэлементов на фоне азота было эффективным, однако достоверного увеличения энергии прорастания по отношению к отдельно применяемому азоту не было выявлено.

Из сочетаний микроэлементов большей эффективностью в повышении энергии прорастания обладали на сорте Тулайковская 10 парная смесь Mn+Cu (+7,6 %) и Mn+Mo (+8,6 %) и препарат Ультрамаг комби (+7,5 %), на сорте Тулайковская 108 – Mn+Cu (+6,8 %), а на сорте Йолдыз – парная смесь Mn+Cu (+14,6 %) и Mn+Mo (+14,5 %) и препарат Ультрамаг комби (+14,9 %) по отношению к контролю (без средств химизации). На вариантах с парным применением микроэлементов формировалась и оптимальная структура продуктивности [19]. Тройная смесь микроэлементов имела меньший эффект.



**Таблица 1 – Посевные качества семян яровой пшеницы в зависимости от сорта и применения микроудобрений**

Фактор А (сорт)	Вариант опыта	Фактор В (обработка удобрительными препаратами)	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Сила роста	
					%	Сырая масса надземной части, г
1	2	3	4	5	6	
1) Тулайковская 10	1) Контроль	84,5	98,0	83,5	5,35	
	2) N	91,5	99,0	90,7	6,83	
	3) N+Mn+Cu	92,1	99,5	93,7	7,10	
	4) N+Mn+Mo	93,1	99,0	91,8	7,06	
	5) N+Cu+Mo	89,5	97,5	88,2	6,10	
	6) N+Mn+Cu+Mo	87,6	96,5	88,9	6,57	
	7) Ультрамаг комби	92,0	97,0	89,5	6,98	
2) Тулайковская 108	1) Контроль	86,2	98,5	90,7	7,03	
	2) N	87,5	99,5	91,3	7,10	
	3) N+Mn+Cu	93,0	99,0	92,9	7,31	
	4) N+Mn+Mo	89,5	99,5	93,3	7,06	
	5) N+Cu+Mo	92,1	99,5	92,7	7,38	
	6) N+Mn+Cu+Mo	86,8	100,0	92,0	6,87	
	7) Ультрамаг комби	90,5	99,0	93,3	7,46	
3) Йолдыз	1) Контроль	79,0	94,5	80,9	6,12	
	2) N	95,0	98,5	92,3	7,21	
	3) N+Mn+Cu	93,6	98,0	93,4	7,61	
	4) N+Mn+Mo	93,5	95,5	93,4	7,31	
	5) N+Cu+Mo	89,1	95,5	86,2	6,79	
	6) N+Mn+Cu+Mo	83,9	94,0	82,8	7,31	
	7) Ультрамаг комби	93,9	97,4	93,0	6,91	
HCP <sub>05</sub> частных различий 1		7,4	2,3	6,7	0,54	
частных различий 2		6,7	2,2	4,4	0,73	

Согласно ГОСТ Р 52325–2005 [20] всхожесть семян пшеницы для категорий оригинальных (ОС), элитных (ЭС) и репродукционных семян (РС) должна быть не менее 92 %, а репродукционных семян, предназначенных для производства товарной продукции, не менее 87 %. Все образцы семян, полученные с различных вариантов, соответствовали требованиям, установленным для всех категорий семян. Отмечено незначительное снижение всхожести семян у

сорта Йолдыз (на 3,5 % по отношению к сорту Тулайковская 10 и на 4,0 % по отношению к сорту Тулайковская 108).

Средства внекорневого питания оказались эффективными в повышении всхожести семян только для сорта Йолдыз. Причем наибольшей эффективностью обладал отдельно применяемый азот (+4,0 % по отношению к контролю). Меньшей эффективностью в повышении всхожести обладала парная смесь Mn+Cu на фоне



азота (+3,5 %) и препарат Ультрамаг комби (+2,9 % по отношению к контролю).

Показатель силы роста в дополнение к энергии прорастания позволяет оценить способность семян к одновременному прорастанию сквозь надсеменную прослойку почвы. В целом, сила роста соотносилась с изменением энергии прорастания. Наибольшей силой роста характеризовался сорт Тулайковская 108, наименьшей – Йолдыз. Применение средств внекорневого питания не оказalo влияния на силу роста семян яровой пшеницы сорта Тулайковская 108. Наилучшая сила роста семян пшеницы сорта Тулайковская 10 отмечена на вариантах с обработкой парной смесью Mn+Cu на фоне азота (+10,0 %), а также Mn+Mo на фоне азота (+8,1 %), сорта Йолдыз – на вариантах с обработкой парной смесью Mn+Cu и Mn+Mo на фоне азота (+12,5 %), а также препаратом Ультрамаг комби (+12,1 % по отношению к контролю). Причем существенного преимущества применения микроэлементов по отношению к отдельно применяемому азоту не было выявлено. По величине сырой массы 100 проростков выявлена наибольшая эффективность парного применения Mn+Cu и Mn+Mo на фоне азота у яровой пшеницы сорта Тулайковская 10 и Mn+Cu на фоне азота – у сорта Йолдыз.

Применение при внекорневой обработке более 2 микроэлементов в смеси, в том числе поликомпонентных препаратов, оказалось менее эффективным, чем парное применение отдельных микроэлементов. Вероятно, это связано с уменьшением концентрации какого-либо значимого микроэлемента в поликомпонентной смеси, а также возможными процессами antagonизма. Ранее исследованиями Иванова Д. И. с соавторами [21] в лабораторном опыте с яровой пшеницей сорта Тулайковская 10 были установлены явления antagonизма при совместном применении Mn+Co, Cu+Zn, Cu+Co, Mo+Co. Явления синергизма были установлены при совместном применении Mn+Mo, Mn+Cu, Mo+Cu.

Установлено, что исключение марганца из тройной смеси микроэлементов при обработках вызывало тенденцию к снижению силы роста у сортов Тулайковская 10 и Йолдыз. Можно предположить, что снижение эффективности действия микроэлементов в тройной смеси и смеси из более трех микроэлементов может

быть связано со снижением удельной концентрации значимого микроэлемента (вероятнее всего, марганца) в рабочем растворе.

**Выводы.** Из трех изученных сортов яровой пшеницы наилучшие показатели продуктивности складывались у сорта Йолдыз.

Наилучшие показатели урожайности яровой пшеницы сорта Тулайковская 10 и Тулайковская 108 складывались при внекорневой обработке посевов парной смесью меди и молибдена на фоне азота, а сорта Йолдыз – марганца и меди, а также марганца и молибдена на фоне азота.

Наибольшей отзывчивостью в улучшении посевных качеств под воздействием удобрительных препаратов обладал сорт Йолдыз. Из изучаемых сочетаний микроудобрений парное внесение марганца и меди, марганца и молибдена, а также препарата Ультрамаг комби было наиболее эффективным в улучшении комплекса посевных качеств яровой пшеницы сортов Тулайковская 10 и Йолдыз.

#### Список используемой литературы

1. Мальцева В. А. Становление и развитие аграрного сектора мировой экономики // Политеатический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 87. С. 556–574.
2. Лаптева И. В. Образовательные технологии при обучении иностранному языку на с.-х. факультете // Научные основы современных агротехнологий в сельскохозяйственном производстве: Мат. Всеросс. науч.-практ. конф. Саранск, 2015. С. 339–343.
3. Василова Н. З., Багавиева, Асхадуллин Д-Р. Ф., Асхадуллин Д-Л. Ф., Тазутдинова М. Р Новые сорта яровой мягкой пшеницы селекции ТатНИИСХ // Земледелие. 2015. № 8. С. 46–48.
4. Сюков В. В., Вьюшков А. А., Поротькин С. Е. Сорт яровой мягкой пшеницы Тулайковская 108 // Зерновое хозяйство России. 2017. № 4 (52). С. 1–7.
5. Володько И. К. Микроэлементы и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды. Минск: Наука и техника, 1983.
6. Иванов Д. И. Влияние механического уплотнения и средств химизации на показатели плодородия чернозема выщелоченного и продуктивность травяного звена севооборота : дис. ... канд. с.-х. наук. Саранск, 2007.
7. Прокина Л. Н. Отзывчивость яровой пшеницы



ници к внесению макро- и микроудобрений в условиях юга Нечерноземной зоны // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 7. С. 31–34.

8. Прокина Л. Н., Зорькин Н. В. Влияние минеральных удобрений и препарата ЖУСС-2 на урожайность и качество зерна овса на черноземе выщелоченном // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 6. С. 23–25.

9. Прокина Л. Н. Влияние минеральных удобрений и микроэлементов на фоне известкования почвы на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зернотравяном севообороте // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 3. С. 13–15.

10. Есаулко А. Н., Гречишко Ю. И., Бузов В. А., Олейников А. Ю., Редькина Н. В. Эффективность микроудобрений Микромак и Микроэл в посевах озимой пшеницы на черноземе выщелоченном // Плодородие. 2010. № 1 (52). С. 24–25.

11. Исаев М. Д., Гайсин И. А., Реут В. И. Микроэлементы в земледелии // Информационный бюллетень. Казань, 2009. № 4. С. 3–6.

12. Булыгин С.Ю., Демишин Л.Ф., Доронин В. А. и др. Микроэлементы в сельском хозяйстве /: под ред. С. Ю. Булыгина.– Дніпропетровськ : «Січ», 2007.

13. Аристархов А. Н. Действие микроудобрений на урожайность, сбор белка, качество продукции зерновых и зернобобовых культур // Агрохимия. 2010. № 9. С. 36–49.

14. Ivanov D. I., Ivanova N. N., Alhajemi A. D. R. Spring wheat productivity and water consumption depending on the moistening conditions of leached chernozem and treatment with manganese, zinc, and cobalt // Ecology, Environment and Conservation. 2020. № 26 (1). С. 400–404.

15. Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: Материалы докладов участников 10-й научно-практической конференции. М.: ООО «Плодородие», 2018.

16. Кудашкин М. И. Медь и марганец в агроландшафтах юга Нечерноземья. Саранск: Издво Мордов. ун-та, Ковылк. тип., 2008.

17. ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Введ. 1986–07–01. М. : Стандартинформ, 2011.

18. Практикум по физиологии растений. 3-е

изд.. перераб. и доп. М. : Агропромиздат, 1990.

19. Ivanov D. I., Ivanova N. N., Prokina L. N., Alhajemi A. D. R. The structure of productivity of spring wheat depending on the variety and foliar treatment with manganese, copper and molybdenum // Journal of Agriculture and Environment. 2020. № 2 (14). С. 27–32.

20. ГОСТ Р 52325–2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. Введ. 2006–01–01. М.: Стандартинформ, 2009.

21. Влияние раздельного и совместного применения марганца, цинка, меди, молибдена и кобальта на ростовые показатели яровой // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. С. А. Лапшина. Саранск : изд-во Мордов. ун-та, 2013. С. 89–93.

### References

1. Maltseva V. A. Stanovlenie i razvitiye agrarnogo sektora mirovoy ekonomiki // Polimatičeskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrar-nogo universiteta. 2013. № 87. S. 556–574.

2. Lapteva I. V. Obrazovatelnye tekhnologii pri obuchenii inostrannomu yazyku na s.-kh. fakultete // Nauchnye osnovy sovremennykh agrotehnologiy v selskokhozyaystvennom pro-izvodstve: Mat. Vseross. nauch.-prakt. konf. Saransk, 2015. S. 339–343.

3. Vasilova N. Z., Bagavieva, Askhadullin D- R. F., Askhadullin D-L. F., Tazutdinova M. R Novye sorta yarovoy myagkoy pshenitsy selektsii Tat-NIISKh // Zemledelie. 2015. № 8. S. 46–48.

4. Syukov V. V., Vyushkov A. A., Porotkin S. Ye. Sort yarovoy myagkoy pshenitsy Tulaykovskaya 108 // Zernovoe khozyaystvo Rossii. 2017. № 4 (52). S. 1–7.

5. Volodko I. K. Mikroelementy i ustoychivost rasteniy k neblagopriyatnym faktoram sredy. Minsk: Nauka i tekhnika, 1983.

6. Ivanov D. I. Vliyanie mekhanicheskogo uplotneniya i sredstv khimizatsii na pokazateli plodorodiya chernozema vyshchelochennogo i produktivnost travyanogo zvena sevooborota : dis. ... kand. s.-kh. nauk. Saransk, 2007.

7. Prokina L. N. Otzyvchivost yarovoy pshenitsy k vneseniyu makro- i mikroudobreniy v usloviyakh



yuga Nечernozemnoy zony // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2011. № 7. S. 31–34.

8. Prokina L. N., Zorkin N. V. Vliyanie mineralnykh udobreniy i preparata ZhUSS-2 na urozhaynost i kachestvo zerna ovsy na chernozeme vyshchelochennom // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2013. № 6. S. 23–25.

9. Prokina L. N. Vliyanie mineralnykh udobreniy i mikroelementov na fone izvestkovaniya pochvy na urozhaynost i kachestvo zerna ozimoy pshenitsy v zernotravyanom sevooborote // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2015. T. 29. № 3. S. 13–15.

10. Yesaulko A. N., Grechishkina Yu. I., Buzov V. A., Oleynikov A. Yu., Redkina N. V. Efektivnost mikroudobreniy Mikromak i Mikroel v posevakh ozimoy pshenitsy na chernozeme vyshchelochennom // Plodorodie. 2010. № 1 (52). S. 24–25.

11. Isaev M. D., Gaysin I. A., Reut V. I. Mikroelementy v zemledelii // Informatsionnyy byulleten. Kazan, 2009. № 4. S. 3–6.

12. Bulygin S.Yu., Demishev L.F., Doronin V. A. i dr. Mikroelementy v selskom khozyaystvye pod red. S. Yu. Bulygina.– Dnipropetrovsk : «Sich», 2007. 100 s.

13. Aristarkhov A. N. Deystvie mikroudobreniy na urozhaynost, sbor belka, kachestvo produktsii zernovykh i zernobobovykh kultur // Agrokhimiya. 2010. № 9. S. 36–49.

14. Ivanov D. I., Ivanova N. N., Alhajemi A. D. R. Spring wheat productivity and water consumption depending on the moistening conditions of leached chernozem and treatment with manganese, zinc, and cobalt // Ecology, Environment and

Conservation. 2020. № 26 (1). S. 400–404.

15. Perspektivy ispolzovaniya innovatsionnykh form udobreniy, sredstv zashchity i re-gulyatorov rosta rasteniy v agrotekhnologiyakh selskokhozyaystvennykh kultur: Materialy dokladov uchastnikov 10-y nauchno-prakticheskoy konferentsii. M.: OOO «Plodorodie», 2018.

16. Kudashkin M. I. Med i marganets v agrolandshaftakh yuga Nечernozemya. Saransk : Izd-vo Mordov. un-ta, Kovylk. tip., 2008.

17. GOST 12038–84. Semena selskokhozyaystvennykh kultur. Metody opredeleniya vskhozhesti. Vved. 1986–07–01. M. : Standartinform, 2011.

18. Praktikum po fiziologii rasteniy. 3-e izd.. pererab. i dop. M. : Agropromizdat, 1990.

19. Ivanov D. I., Ivanova N. N., Prokina L. N., Alhajemi A. D. R. The structure of productivity of spring wheat depending on the variety and foliar treatment with manganese, copper and molybdenum // Journal of Agriculture and Environment. 2020. № 2 (14). S. 27–32.

20. GOST R 52325–2005. Semena selskokhozyaystvennykh rasteniy. Sortovye i posevnye kachestva. Obshchie tekhnicheskie usloviya. Vved. 2006–01–01. M.: Standartinform, 2009.

21. Vliyanie razdelnogo i sovmestnogo primeneniya margantsa, tsinka, medi, molibdena i kobalta na rostovye pokazateli yarovoy // Resursosberegayushchie ekologicheski bezopasnye tekhnologii proizvodstva i pererabotki selskokhozyaystvennoy produktsii: materialy IX Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. pamяти prof. S. A. Lapshina. Saransk : Izd-vo Mordov. un-ta, 2013. C. 89– 93.



## ВЛИЯНИЕ АЗОТНОЙ ПОДКОРМКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Уткин А.А., ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА;  
Лукьянов С.Н., ФГБУ центр агрохимической службы «Владимирский»

В полевом производственном опыте на озимой пшенице с применением разных доз и сроков внесения азота в подкормку установлено, что использование минеральных удобрений обеспечивало существенную (на 12,4 ц/га) прибавку урожайности. Применение диагностических доз азотных удобрений также значительно увеличивало урожайность озимой пшеницы по отношению к контролю на 16,5-20,8 ц/га, а к фоновому варианту – на 4,1-8,4 ц/га. Дополнительное внесение диагностических доз азотных удобрений оправдывалось и более высокой окупаемостью удобрений. Так, при внесении расчетных доз на планируемый урожай зерна окупаемость составила 9,5 кг зерна на 1 кг действующего вещества, а при внесении диагностических доз азота возросла до 10,3-10,9 кг/кг, что примерно в 2 раза выше нормативного (5-6 кг зерна/1 кг д.в.) значения. Внесение минеральных удобрений и, прежде всего, азота, оказало значительное влияние на качество зерна. Внесение расчетной фоновой дозы удобрений и диагностических доз азота повышало содержание протеина в зерне, содержание сырой клейковины и клетчатки по сравнению с контролем. Содержание нитратов в зерне повышалось с увеличением применяемой дозы азота, но тем не менее находилось в малых концентрациях, значительно ниже предельно допустимой концентрации. Выращенное зерно пшеницы контрольного варианта по массовой доле сырой клейковины и протеина относится к 5 классу – фуражное зерно. Использование полного минерального удобрения повысило классность выращенного зерна до 4 класса – продовольственное зерно. Самые высокие качественные показатели зерна были достигнуты при проведении подкормки по данным комплексной диагностики, при этом выращенное зерно соответствовало 3 классу (ценное зерно). Самая низкая себестоимость и самая высокая рентабельность производства зерна получена в варианте с использованием комплексной (почвенной и тканевой) диагностической дозы азота на фоне минеральных удобрений.

**Ключевые слова:** азотные удобрения, подкормка, урожайность, качество зерна, озимая пшеница.

**Для цитирования:** Уткин А.А., Лукьянов С.Н. Влияние азотной подкормки на урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3 (36). С. 30-35.

**Введение.** Многочисленными исследованиями на разных типах почв установлено, что рациональное использование минеральных удобрений при возделывании широкого набора сельскохозяйственных культур позволяет получать сельскохозяйственным товаропроизводителям дополнительные прибавки урожая достойного качества [1, с. 557, 562, 2, с. 424].

Озимая пшеница – это урожайная и хозяйствственно ценная зерновая культура, широко возделываемая во многих почвенно-климатических зонах России, в том числе, в Нечерноземье и во Владимирской области.

В структуре посевных площадей зерновых культур, выращиваемых во Владимирской области, на долю озимой пшеницы приходится



около 20-25 %, а ее доля в общем объеме валовых сборов зерна составляет примерно 25 % [3].

Увеличение урожайности зерна озимой пшеницы при сохранении высоких качественных характеристик является главной задачей, которая должна решаться в системе удобрения этой зерновой культуры.

Правильный выбор доз и сроков применения удобрений, и прежде всего, азотных, на основе использования данных диагностик позволит эффективнее и с меньшими затратами материальных средств получать дополнительное количество качественного зерна.

**Цель и задачи исследования.** Цель исследования – определить эффективность применения выбранных доз и сроков применения азота в подкормку в течение вегетации озимой пшеницы по данным почвенной и растительной (тканевой) диагностик.

Для достижения поставленной цели предусматривалось решение следующих задач:

1. Определить влияние применения NPK-минерального фона, выбранных доз и сроков применения азота в течение вегетации на урожайность зерна пшеницы.

2. Установить окупаемость получения прибавки зерна от применения 1 кг действующего вещества удобрений.

3. Изучить влияние полного минерального удобрения, доз и сроков применения азота на качественный состав зерна пшеницы по содержанию клейковины, протеина, клетчатки и нитратов, и определить классность выращенного зерна.

**Объекты и методы исследования.** В 2019 году на базе КФХ ИП Ломакин В.М. Судогодского района Владимирской области был заложен полевой производственный однофакторный опыт согласно следующей схеме:

1. Контроль (без минеральных удобрений).
2. Фон – внесение минеральных удобрений под урожай зерна 40 ц/га ( $N_{30}P_{40}K_{60}$ ).
3. Фон + N по результатам почвенной диагностики ( $N_{30}$ ).
4. Фон + N по результатам комплексной диагностики (почвенная  $N_{30}$  и тканевая  $N_{30}$ ).

Общая площадь делянки – 1000 м<sup>2</sup>, учетная площадь – 850 м<sup>2</sup>. Площадь опыта – 1,2 га. Размеры делянки: 24 м × 45 м. Количество опытных вариантов – 4. Повторность – 3-х

кратная. Расположение повторностей – трёхъярусное, расположение вариантов – встречное.

Опытная культура – озимая пшеница, сорт – «Заря», относящийся к мягким сортам. Кульптура-предшественник – однолетние травы на зеленую массу.

Для опыта был выбран участок с дерново-сильноподзолистыми супесчаными почвами. Участок находился на водоразделе холмисто-волнистой равнины. По агроэкологической группировке земель участок относится к пла-корным, с автоморфными зональными почвами.

Химические анализы почвы были выполнены согласно принятым в агрохимической практике методикам.

Агрохимические показатели вариантов почвы опыта перед закладкой варьировали незначительно и составляли: рН<sub>сол.</sub> (потенциометрически) – 4,95-5,00 (среднекислая); органическое вещество (по методу Тюрина в модификации ЦИНАО) – 1,31% (очень низкое); содержание подвижных соединений фосфора и калия (по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО): 68,5-69,4 мг/кг (среднее) и 81,3-83,6 мг/кг почвы (среднее) соответственно.

В целом, почва опытного участка имела слабую степень окультуренности.

В эксперименте использовали следующие виды минеральных удобрений: азотные – Naa (34,5 % N); фосфорные - Рсд (43 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); калийные – Kx (56 % K<sub>2</sub>O).

Основная обработка почвы под культуру заключалась в проведении отвальной вспашки плугом на глубину 20 см. Внесение минеральных удобрений осуществляли под предпосевную культивацию (КПС-4) на глубину 10 см с одновременным боронованием (БЗСС-1,0).

Посев озимой пшеницы проводили 20 сентября 2018 г. при помощи зернотравяной сеялки СЗТ-3,6 с коэффициентом высева 6 млн всхожих семян на 1 га.

Диагностические дозы азотных удобрений в соответствии с рекомендациями вносились в два срока – 4 мая (почвенная диагностика) и 6 июня (тканевая) 2019 г.

Уборка урожая осуществлялась вручную 10 августа 2019 года. Способ учета урожая – по пробному снопу (масса около 6 кг). Отбор



снопов пшеницы проведен с учетных площадок общей площадью 1 м<sup>2</sup> по диагонали учетной площади делянки по каждому варианту опыта. Обмолот зерна проведен вручную с последующим взвешиванием и пересчетом урожайности на стандартную 14 % влажность и 100 % чистоту в центнерах на гектар.

Урожайные данные подвергались статистической обработке дисперсионным анализом [4, с. 218-223].

Метеорологические условия вегетационного периода отчетного года были достаточно благоприятны для роста и развития озимой пшеницы, что позволило сформировать относительно неплохой урожай зерна на всех изучаемых вариантах. Период вегетации озимой пшеницы в условиях опыта характеризовался, в целом, близкими значениями к среднемноголетним показателям. Вместе с тем было отмечено превышение температурных значений в начальные фазы развития пшеницы осенью 2018 года и более низкими – зимой (на 7,5° С ниже по сравнению со среднемноголетними значениями в декабре 2018 г., на 9,0° С – в январе и на 3,4° С – в феврале 2019 г.) на фоне увеличения в 1,5 раза количества среднемесячных осадков.

Теплая весна 2019 г. оказала положительное влияние на возобновление вегетации культуры. В период активного роста вегетативной массы и созревания зерна были отмечены экстремальные колебания температуры, на 3,1° С ниже среднемноголетних значений [5, с. 78].

В целом за период вегетации накопленная сумма эффективных температур свыше 10° С составила 754° С, а положительных температур – 1937° С, что достаточно для реализации программы формирования урожая озимой пшеницы. В то же время анализ расчетов по гидротермическому коэффициенту (ГТК) показал, что за весь период вегетации ГТК составил 1,33, но в отдельные периоды он варьировал в пределах от 0,68 до 2,18, что можно характеризовать как экстремальные условия от остро засушливых в вегетативные фазы роста до избыточно влажных в период налива-созревания зерна. Такая неравномерность увлажнения могла негативно повлиять на урожайность и качество зерна и на эффективность действия минеральных удобрений в опыте.

### Результаты исследования и их обсуждение.

Применение минеральных удобрений не оказало влияния на дружность прорастания семян и сроки появления всходов озимой пшеницы. При их использовании всходы озимой пшеницы появились одновременно на всех опытных вариантах 26 сентября (через 6 дней после посева), в том числе и на контроле.

Период осенней вегетации составил 52 дня, зимний период покоя длился 118 дней. Вносимые удобрения ускоряли на 1-2 дня прохождение межфазных периодов на ранних этапах и, наоборот, заметно увеличивали их при созревании зерна.

Агрометеорологические условия, сложившиеся в 2019 году, повлияли на сроки созревания зерна. В целом, с учетом зимнего периода, вегетационный период от появления всходов до полной спелости составил от 297 до 303 дней. При этом удобрения способствовали затягиванию его на 5-6 дней.

Формирование элементов урожая озимой пшеницы неразрывно связано с условиями минерального питания, роста и развития. Общая и продуктивная кустистость, высота растений, длина колоса, его озерненность – все это результат сложных процессов, протекающих в растении под воздействием условий произрастания на протяжении всего вегетационного периода.

Коэффициент продуктивного кущения находится в тесной зависимости от видовых и сортовых особенностей пшеницы, условий водоснабжения, плодородия почв и применения удобрений. В наших исследованиях удобрения в целом оказали благоприятное влияние на элементы структуры урожая озимой пшеницы.

Необходимо отметить, что действие удобрений зависело от погодных условий и густоты посевов. В относительно засушливых условиях начала вегетации 2019 года, сохранявшихся до созревания зерна, почти на всех вариантах наблюдалось депрессивное развитие растений, особенно без внесения минеральных удобрений.

Густота общего и продуктивного стеблестоя под воздействием минеральных удобрений и сочетания их с последействием навоза увеличилось в 1,1-1,3 раза по сравнению с контролем. Наибольшее число колосоносных стеблей наблюдалось при внесении полной нормы минеральных удобрений. При этом улучшение



условий питания способствовало повышению продуктивной кустистости до 1,74-1,96.

Основная роль в повышении продуктивности колоса принадлежит его озерненности. Нами выявлено, что наименьшая длина колоса (5,43 см) и число зерен в нем (21,5 шт.) отмечены на контроле. При внесении удобрений длина коло-

са увеличилась на 1,85-2,95 см и количество зерен в нем на 7,0-12,3 штук.

Максимальный вес зерен с одного колоса – 0,73 г отмечен при внесении фоновой нормы удобрений (2 вариант), наименьший – 0,55 г, вследствие более загущенных стеблестоев – в 4 варианте при внесении полной дозы, а также на контроле.

**Таблица 1 – Влияние удобрений на урожайность зерна и их окупаемость**

Вариант	Урожайность, ц/га*	Прибавка, ц/га			Окупаемость, кг зерна/кг д.в.		
		-	-	-	-	-	-
Контроль	14,0	-	-	-	-	-	-
Фон (N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> )	26,4	12,4	-	-	9,5	-	-
Фон + (N <sub>30</sub> )	30,5	16,5	4,1	-	10,3	13,7	-
Фон + (N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub> )	34,8	20,8	8,4	4,3	10,9	14,0	14,3
HCP <sub>05</sub>	0,9						

\* Примечание: приведены средние значения урожайности с 4-х повторений

В наших исследованиях было установлено, что внесение минеральных удобрений обеспечило существенную прибавку урожайности (табл. 1). Фактическая урожайность в опыте после подработки зерна составила 14,0-34,8 ц/га в пересчете на стандартную влажность и чистоту. Несмотря на то, что неблагоприятные метеорологические условия не позволили полностью выполнить программу урожая (план 40 ц/га), внесение расчетной дозы удобрений обеспечило прибавку урожая 12,4 ц/га при полученной величине HCP<sub>05</sub> 0,9 ц/га. От применения диагностической дозы удобрений урожайность озимой пшеницы по отношению к контролю, где удобрения не вносили, возросла на 16,5-20,8 ц/га, а к фоновому варианту – на 4,1-8,4 ц/га.

Дополнительное внесение диагностических доз азотных удобрений оправдывалось, кроме того, и более высокой окупаемостью удобрений. Так, при внесении расчетных доз на планируемый урожай зерна окупаемость составила 9,5 кг зерна на 1 кг д.в., а при внесении диагностических доз возросла на 1,4 кг/кг до 10,9 кг/кг.

Внесение минеральных удобрений и, прежде всего, азота, оказало значительное влияние на качество зерна (табл. 2). Так, внесение расчетной дозы удобрений повышало содержание протеина в зерне с 9,41 до 10,02 %, а диагностических доз – до 12,48 %, содержание сырой клейковины, соответственно, – с 16,9 до 19,8 и 23,5 %, клетчатки – с 1,51 до 1,67 и 1,98 %.

**Таблица 2 – Качественный состав урожая зерна озимой пшеницы**

Вариант	Клейковина, %*	Протеин, %*	Клетчатка, %*	Нитраты, мг/кг*
Контроль	16,9	9,41	1,51	19,3
Фон (N <sub>30</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub> )	19,8	10,02	1,67	21,0
Фон + (N <sub>30</sub> )	21,7	12,31	1,84	23,1
Фон + (N <sub>30</sub> + N <sub>30</sub> )	23,5	12,48	1,98	26,5

\* Примечание: приведены средние значения показателей с 4-х повторений



Согласно действующему ГОСТ 9353-2016 [6, с. 4], зерно озимой пшеницы, выращенное в условиях контрольного варианта, по массовой доле сырой клейковины и белка (протеина) относится к 5 классу – фуражное зерно. Использование полного минерального удобрения (2 вариант) повысило классность выращенного зерна по изучаемым показателям до 4 класса – продовольственное зерно. Применение  $N_{30}$  в подкормку по данным почвенной диагностики (3 вариант) позволило получить зерно, по содержанию клейковины относящееся к 4 классу, а по содержанию протеина – к 3 классу (ценное зерно). Самые высокие качественные показатели зерна были достигнуты в 4 варианте (фон +  $N_{30}$  +  $N_{30}$ ), выращенное зерно соответствовало 3 классу.

Важной частью качественного анализа зерна является его кормовая и пищевая безопасность. Нитраты в зерне обычно содержатся в количестве, не превышающем предельно допустимой концентрации. При высушивании большинство нитратных солей разрушается. Вместе с тем нитраты в пшенице, не подвергавшейся обработке, могут оказаться из-за использования необоснованно завышенных доз азотсодержащих удобрений. При исследовании зерна в опыте было установлено, что содержание нитратов находилось в пределах 19,3-26,5 мг/кг, что соответствует безопасным концентрациям ( $ПДК_{NO_3} = 300$  мг/кг) [7, с. 1].

Производственные затраты при возделывании озимой пшеницы в опыте составили 11937 руб./га в варианте без применения удобрений (в т.ч. на оплату труда, ГСМ, ядохимикаты и другие расходные материалы) и до 18312 руб./га с использованием минеральных удобрений. Чтобы окупить такие затраты, необходимо получать значительные прибавки урожайности от их применения.

Высокая стоимость дополнительно полученного урожая оказала существенное влияние на экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы. Так, самая низкая себестоимость и самая высокая рентабельность производства зерна получена в варианте с использованием комплексной (почвенной и тканевой) диагностической дозы минеральных удобрений (соответственно – 5369,7 руб./т и 120,4 %).

Проведенный полевой эксперимент показал, что применение расчётной дозы минеральных

удобрений приводит к росту показателей экономической эффективности возделывания озимой пшеницы. Такие дозы минеральных удобрений окупаются прибавкой урожая и могут быть рекомендованы производству, то есть снижение производственных затрат путем отказа от внесения минеральных удобрений при возделывании озимой пшеницы не приводит к повышению экономической эффективности производства, так как урожайность озимой пшеницы в этом случае значительно ниже. Поэтому на дерново-сильноподзолистых супесчаных почвах озимую пшеницу экономически выгоднее возделывать с внесением рекомендованных научными учреждениями региона доз минеральных удобрений.

**Выводы:** 1. Внесение минеральных удобрений в дозах, рассчитанных на планируемый урожай зерна, на дерново-сильноподзолистых супесчаных почвах с низким уровнем естественного плодородия в условиях 2019 года было эффективным.

2. В результате опытов установлено, что внесение расчетных доз азотных удобрений по результатам комплексной диагностики под озимую пшеницу является наиболее эффективным агротехнологическим решением. Прибавка урожая по данному варианту по сравнению с контрольным вариантом без внесения удобрений составила 20,8 ц/га.

3. На каждый килограмм диагностической дозы азота по действующему веществу получено до 10,9 кг зерна.

4. Внесение расчетных и диагностических доз минеральных удобрений оказывает существенное влияние на качество зерна озимой пшеницы, повышая содержание протеина, клетчатки и сырой клейковины без превышения предельно допустимых уровней содержания нитратов в зерне.

Зерно пшеницы, выращенное в условиях контрольного варианта, соответствовало 5 классу качества – фуражное зерно. Наиболее качественное зерно было получено при внесении азота в подкормку по данным почвенной и тканевой диагностики на фоне полного минерального удобрения – 3 класс (ценное зерно).

5. Увеличение производственных затрат при возделывании озимой пшеницы на внесение минеральных удобрений привело тем не менее



к повышению экономической эффективности производства, так как полученная стоимость прибавки урожайности компенсировала затраты на ее получение.

### Список используемой литературы

1. Агрохимия. Учебник. М.: «Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова», 2017.
2. Уткин А.А. Применение удобрений на загрязненных тяжелыми металлами почвах как фактор повышения урожайности культур // Пятая Международная научная конференция Ирана и России по проблемам развития сельского хозяйства. СПб., 2009. С. 423-425.
3. Официальный сайт. Департамент сельского хозяйства Владимирской области. URL: <https://dsx.avo.ru/>, свободный. (Дата обращения: 03.04.2021).
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: «Агропромиздат», 1985.
5. Агроклиматические ресурсы Владимирской области. Ярославль: «Верх.-Волж. кн. издво», 1968.
6. ГОСТ 9353-2016. Межгосударственный стандарт. Пшеница. Технические условия. Издание официальное. Введ. 2018-07-01. М.: «Стандартинформ», 2019.
7. Нормы предельно допустимой концентрации (ПДК) нитратов и нитритов в кормах для сельскохозяйственных животных и основных видах сырья для комбикормов

(взамен норм, утвержденных Главным управлением ветеринарии Минсельхоза СССР 25.10.82 г. и 10.06.83 г. № 117-11).

### References

1. Agrokhimiya. Uchebnik. M.: «Izd-vo VNIIA im. D.N. Pryanishnikova», 2017.
2. Utkin A.A. Primenenie udobreniy na zagryaznennykh tyazhelymi metallami pochvakh kak faktor povysheniya urozhaynosti kultur // Pyataya Mezhdunarodnaya nauchnaya konferentsiya Irana i Rossii po problemam razvitiya selskogo khozyaystva. SPb., 2009. S. 423-425.
3. Ofitsialnyy sayt. Departament selskogo khozyaystva Vladimirskoy oblasti. URL: <https://dsx.avo.ru/>, svobodnyy. (Data obrashcheniya: 03.04.2021).
4. Dospekhov B.A. Metodika polevogo oputa (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 5-e izd., dop. i pererab. M.: «Agropromizdat», 1985.
5. Agroklimaticeskie resursy Vladimirskoy oblasti. Yaroslavl: «Verkh.-Volzh. kn. izd-vo», 1968.
6. GOST 9353-2016. Mezhgosudarstvennyy standart. Pshenitsa. Tekhnicheskie usloviya. Izdanie ofitsialnoe. Vved. 2018-07-01. M.: «Standartinform», 2019.
7. Normy predelno dopustimoy kontsentratsii (PDK) nitratov i nitritov v kormakh dlya selskokhozyaystvennykh zhivotnykh i osnovnykh vidakh syrya dlya kombikormov (vzamen norm, utverzhdennykh Glavnym upravleniem veterinarii Minselkhoza SSSR 25.10.82 g. i 10.06.83 g. № 117-11).



## СПЕЦИАЛЬНЫЕ КОМБИКОРМА И ИММУНОСТИМУЛЯТОР ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОРОСЯТ-СОСУНОВ

Лаврентьев А.Ю., ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ;

Михайлова Л.Р., ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ;

Жестянова Л.В., ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ

Одной из главных проблем во время выращивания и организации кормления поросят под матками является раннее привыкание к поеданию различной подкормки и специальных комбикормов, предостережение от различных заболеваний (поносов, анемии). Исходя из этого, у них должны быть обеспечены зоогигиенические нормы содержания ухода и кормления. Соблюдение всех этих условий позволит обеспечить и укрепить здоровье поросят-сосунов, улучшить их сохранность и выживаемость. Это позволит в последующих стадиях, то есть при доращивании, откорме или выращивании на ремонт, показать высокую продуктивность за счет хорошего здоровья. Кормление поросят до 2-х месячного возраста является самым ответственным периодом в жизни поросенка. В начале своей жизни, первые две недели, единственным продуктом питания поросят-сосунов является молоко свиноматки. Требуемое количество в питательных веществах до 3-недельного возраста удовлетворяется, как правило, за счет молока свиноматки, однако с первых дней жизни им требуется дополнительно давать подкормку. Цель исследования — изучить эффективность использования специальных комбикормов (суперстартерных, престартерных, стартерных) в качестве подкормки и кормления для поросят-сосунов, а также использования иммуностимулятора для поддержания их здоровья, лучшего роста и развития. В результате проведения исследований было выявлено, что у поросят-сосунов, получавших специальные суперстартерный, престартерный и стартерный комбикорма в зависимости от возраста, а также молодняк, которому дополнительно внутримышечно вводили иммуностимулятор, отличались более высокой сохранностью на 6,97 по 1 опытной группе и на 7,3 % по 2 опытной группе, скоростью роста. Лучше всех в течение опытного периода (60 суток) росли поросята-сосуны второй опытной группы, и скорость роста составила 17,68 кг, что больше чем в контрольной группе на 1,2 кг или на 7,28 % и на 0,63 кг или на 3,7 % в 1 опытной группе соответственно. Молочность свиноматок 2 опытной группы составила 59,0 кг, что выше чем в контрольной группе на 11,1 кг или на 23,2 % и 1 опытной группы — на 2,75 кг или 4,9 %. Отклонение между подопытными поросятами контрольной группы и 1 опытной группы по этому показателю составило 8,35 кг или на 17,4 % в пользу 1 опытной группы.

**Ключевые слова:** комбикорм, поросята-сосуны, живая масса, молочность, сохранность, прирост.

**Для цитирования:** Лаврентьев А.Ю., Михайлова Л.Р., Жестянова Л.В., Специальные комбикорма и иммуностимулятор при выращивании поросят-сосунов // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3 (36). С. 36-40.

**Актуальность.** Выращивание, то есть содержание и кормление поросят сосунов — это самая главная (ответственная и довольно сложная) проблема, так как даже если опорос свиноматки

прошел успешно, достаточно немаленький процент поросят-сосунов может пасть или заболеть. Поэтому одной из главных задач при выращивании поросят-сосунов является в раннем приуче-



нии их к подкормкам и специальным комбикормам. При этом также следует избегать поносов и анемии. Исходя из этого, надо стремиться к обеспечению поросят-сосунов в необходимом уходе и должном кормлении. Все это поможет укреплению здоровья поросят-сосунов и улучшению его сохранности. [2,3,7,9]

После рождения поросят-сосунов еще продолжается процесс формирования основных органов и систем организма. В это время у них плохо развита пищеварительная система, но с возрастом постепенно улучшается иммунная система, и они набирает вес. Поэтому чтобы развитие проходило лучшими темпами, очень важно обеспечить поросятам-сосунам необходимые условия содержания, кормления и ухода, которые зависят от разных факторов. Поросятам первой недели жизни необходима температура окружающей среды 30-36 градусов, для этого в клетке подвешивается специальная инфракрасная лампа или обычная электрическая лампа на 150 Вт. Чтобы опоросившаяся свиноматка не смогла задавить или травмировать новорожденных поросят вдоль стенок устанавливают барьеры из металлических труб или деревянных жердей; расстояние от стены 15-20 см, высота над уровнем пола – 20-25 см. После того как поросята подрастут и окрепнут, данные ограждения убирают. [4,5]

Кормление поросят до 2-х месячного возраста является самым ответственным периодом в жизни поросенка. В первые 2 недели жизни единственным кормом поросят-сосунов является молоко свиноматки. [2,3,8,10]

Требуемое количество питательных веществ поросята-сосуны до 3-недельного возраста удовлетворяется, как правило, за счет молока свиноматки, однако с первых дней жизни они должны обеспечиваться в дополнительной подкормке. Чем раньше поросята-сосуны начнут употреблять подкормку в виде специальных комбикормов, тем лучше они подготовятся к отъему. У них лучше и быстрее развивается пищеварительная система, увеличивается живая масса. [1, 6]

**Цель исследования** – изучить эффективность использования специальных комбикормов (суперстартерных, престартерных, стартерных) в качестве подкормки и кормления для поросят-сосунов, а также использования имму-

ностимулятора для поддержания их здоровья, лучшего роста и развития.

Для решения цели были поставлены задачи:

1) выявить влияние специальных (суперстартерных, престартерных, стартерных) комбикормов на динамику прироста живой массы, сохранность поросят-сосунов, молочность свиноматки, массу гнезда;

2) установить влияние иммуностимулятора и специальных (суперстартерных, престартерных, стартерных) комбикормов на динамику прироста живой массы, сохранность поросят-сосунов, молочность свиноматки, массу гнезда.

**Материалы и методы исследования.** Экспериментальные исследования проводились на поросятах-сосунах крупной белой породы в возрасте от рождения до 60-суточного возраста в динамике их роста и развития. В соответствии со схемой научно-хозяйственного опыта по методике А.И. Овсянникова (1976) сформировали 3 группы подсосных (лактирующих) свиноматок с поросятами сосунами по принципу групп-аналогов (с учетом пола, возраста, породы, происхождения и живой массы) по 6 голов в каждой. Зоогигиенические требования по различным параметрам микроклимата в помещении выдерживались. Подсосные свиноматки и поросята-сосуны всех групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Эффективность действия специальных комбикормов и совместное применение иммуностимулятора и специальных комбикормов учитывались по следующим показателям: динамика живой массы поросят-сосунов – путем индивидуального взвешивания, репродуктивные качества оценивали по многоплодию, массе гнезда при рождении, молочности, массе одного поросенка при отъеме и сохранности поросят. Опыт проводился по схеме, указанной в таблице 1.

В качестве иммуностимулятора использовали препарат ПС-1. Препарат ПС-1 представляет собой 0,5%-ую водную суспензию полисахаридного комплекса дрожжевых клеток, иммобилизованных в агаровом геле с добавлением биологически активного вещества – поливинилпирролидона. Препарат одобрен Ветфармбиосоветом Департамента ветеринарии Минсельхоза России (протокол № 4 от 03.10.00 г.) 001187-ОП, утвержден Департаментом Ветеринарии Минсельхоза России 15.02.01 г. № 13-4-03/0009



Таблица 1 – Схема опыта

Группы	Количество свиноматок, голов	Фон подкормки и кормления поросят-сосунов
Контрольная	6	7-60 дней — престартер,
1 опытная	6	3-14 дней — суперстартер, 15-40 дней — престартер, 41-60 дней — стартер
2 опытная	6	иммуностимулятор: при рождении — 0,3 мл на голову, в возрасте: 10 дней — 0,5 мл на голову, 21 дня — 0,7 мл на голову, 45 дней — 1 мл на голову, 60 дней — 1,5 мл на голову 3-14 дней — суперстартер, 15-40 дней — престартер, 41-60 дней — стартер

**Результаты исследования.** Рацион подсосных свиноматок контрольной и опытных групп состоял из пшеницы, ячменя и 20 % БВМК.

Поросята в дополнительном корме нуждаются уже на 5–7 день своей жизни. Однако предлагать им «взрослую» пищу нельзя: желудок маленького животного не может усваивать грубую пищу. Для них выпускается специальный комбикорм с однородной консистенцией и точным соотношением углеводов, белков и витаминов. По мере роста поросенка комбикорм меняют, так как в разном возрасте состав пищи должен быть разным.

Поросята-сосуны контрольной группы получали престартерный комбикорм с 7 дня жизни, используемый в хозяйстве. Поросят-сосунов опытных групп подкармливали специальными комбикормами одного и того же производителя: в возрасте 3–14 дней – суперстартер, 15–40 дней – престартер, 41–60 дней – стартер. Кроме того, поросятам 2 опытной группы внутримышечно вводили иммуностимулятор: при рождении – 0,3 мл, в возрасте 10 дней – 0,5, 21 дня – 0,7, 45 дней – 1, 60 дней – 1,5 мл на голову. Во всех группах отъем поросят от свиноматок проводили в 2-месячном возрасте.

Даже если молока свиноматки достаточно для удовлетворения нужд поросят, дополнительная подкормка и кормление поросятам-сосунам необходимы, так как при этом животные приучаются к потреблению более грубого

корма, чем молоко.

В результате проведенных исследований установлено положительное влияние суперстартерного, престартерного, стартерного комбикорма и иммуностимулятора на разные зоотехнические показатели выращивания поросят-сосунов как по отдельности, так и в сочетании с иммуностимулятором.

Многоплодие подопытных свиноматок было хорошее и колебалось в пределах 10,17 – 11,83 голов в зависимости от группы. Первые 21 день жизни поросят являются самыми сложными, поэтому по разным заболеваниям и причинам, в том числе и из-за надавливания свиноматками своих поросят пало в среднем по группам на 1 свиноматку в контрольной группе 8 голов поросят, по 1 и 2 опытным группам по 4 головы соответственно. Сохранность поросят в этом возрасте составила в контрольной группе 86,94 %, а в 1 опытной группе на 6,97 % больше чем в контрольной группе и по 2 опытной группе на 7,3 % больше чем в контрольной и на 0,33 % больше, чем в 1 опытной группе.

К концу подсосного периода количество павших поросят по группам составило в контрольной группе 10 голов, в 1 опытной группе 7 голов и во 2 опытной группе всего 5 голов. Сохранность всего в конце опыта была самой высокой во 2 опытной группе и составила 92,96 %, что выше чем в контрольной группе на 9,5 % и 1 опытной группе на 3,5 %.



Таблица 2 – Результаты исследований

Показатель	Группа		
	контрольная	1 опытная	2 опытная
Количество поросят на 1 свиноматку, голов при рождении на 21 день при отъеме	10,17±0,34 8,83±0,34 8,50±0,47	11,17±,34 10,50±,047 10,00±0,40	11,83±0,66 11,17±0,72 11,00±0,63
Пало, голов до 21 дня с 21 до 60 дня	8,00 2,00	4,00 3,00	4,00 1,00
Сохранность, % на 21 день при отъеме	86,94±2,12 83,42±2,51	93,91±1,12 89,49±1,70	94,24±2,02 92,96±1,61
Масса гнезда, кг при рождении на 21 день при отъеме	10,35±0,55 47,90±1,52 140,10±7,16	12,95±0,53 56,25±2,19 170,57±6,36	14,75±0,83 59,00±3,33 194,38±9,90
Живая масса поросят-сосунов, кг при рождении на 21 день при отъеме	1,02±0,03 5,43±0,19 16,48±0,39	1,16±0,03 5,36±0,16 17,05±0,21	1,26±0,04 5,38±0,25 17,68±0,45
Среднесуточный прирост, г до 21 дня с 21 дня до отъема за весь период выращивания	210,00±6,42 283,00±6,84 258,00±3,56	200,00±5,35 300,00±5,60 265,00±3,86	196,00±3,24 315,00±8,62 274,00±3,90

Живая масса новорожденных поросят при постановке на опыт колебалась в пределах 1,02-1,26 кг. В возрасте 21 дня живая масса подопытных поросят имела незначительные различия. Лучшая живая масса поросят-сосунов была в контрольной группе 5,83 кг, что связано с наименьшим количеством голов в расчете на 1 свиноматку по сравнению с опытными группами, так как в этот период эти поросята-сосуны получали больше питательных веществ с молоком свиноматки. К отъему живая масса поросят 2 опытной группы достоверно превысила контроль. Лучшая живая масса поросят-сосунов при отъеме была во второй опытной группе и составила 17,68 кг, что больше чем в контрольной группе на 1,2 кг или на 7,28 % и на 0,63 кг или на 3,7 % в 1 опытной группе.

Молочность свиноматок (вес всего гнезда в возрасте 21 день) 2 опытной группы составила 59,0 кг, что выше чем в контрольной группе на 11,1 кг или на 23,2 % и 1 опытной группы — на 2,75 кг или 4,9 %. Отклонение между подопытными поросятами-сосунами контрольной и 1

опытной группы по этому показателю составило 8,35 кг или на 17,4 % в пользу 1 опытной группы.

Наибольшая масса гнезда при отъеме поросят была во 2 опытной группе, что больше чем в контрольной группе на 54,88 кг или на 38,7 % ( $P<0,01$ ) и больше на 23,81 кг или на 13,9 % по отношению к 1 опытной группе. Масса гнезда в 1 опытной группе превышала этот показатель в контрольной группе на 30,47 кг или на 21,7 %.

Среднесуточный прирост живой массы поросят до 21 дня лучшим был в контрольной группе и составил 210 г. Это объясняется тем, что в этой группе оказалось наименьшее количество поросят в помете, по сравнению с опытными группами, они больше получали от свиноматок молока. Поэтому среднесуточный прирост их живой массы был выше на 10 граммов или 5 %, чем в 1 опытной группе, и выше на 14 граммов или на 7,1 %, чем во 2 опытной группе. За весь период опыта наивысшим среднесуточным приростом отличались поросята 2 опытной группы- 274 грамма, что выше, чем в 1 опытной группе на 9 граммов или на 3,5 % ( $P<0,05$ ) и выше, чем в контрольной группе на 16



граммов или на 6,2 % ( $P<0,01$ ). Разница между группами по среднесуточному приросту была достоверной между контрольной и 1 опытной и 2 опытной группами.

**Выводы.** Таким образом, поросы-сосуны, получавшие специальные суперстартерный, стартерный и стартерный комбикорма в зависимости от возраста, а также молодняк, которому дополнительно внутримышечно вводили иммуностимулятор, отличались более высокой скоростью роста. Но при этом предпочтение должно быть отдано использованию специальных комбикормов совместно с инъекцией иммуностимулятора.

#### Список используемой литературы

1. Бабич И. И. Оперативные доступы Данилова Н. Эффективность отечественных ферментных препаратов в комбикормах для молодняка свиней // Мясная индустрия. 2017. № 10. С. 48-49.
2. Лаврентьев А.Ю. Влияние БВМК и ПС-2 на репродуктивность свиноматок // Комбикорма. 2011. № 6. С. 89.
3. Лаврентьев А.Ю. Специальные комбикорма и иммуностимулятор при выращивании поросят // Комбикорма. 2012. № 1. С. 108.
4. Лаврентьев А.Ю. Влияние использования 1-лизин монохлоргидрата кормовых рационах молодняка свиней на рост, развитие и затраты кормов // Ветеринария и кормление. 2014. № 2. С. 26-27.
5. Лаврентьев А.Ю. Влияние использования 1-лизин монохлоргидрата кормового в рационах молодняка свиней на рост, развитие и затраты кормов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 2 (26). С. 111-113.
6. Лаврентьев А.Ю. Ферменты в комбикормах молодняка свиней // Аграрная наука. 2014. № 8. С. 26-27.
7. Лаврентьев А.Ю. Отечественные ферменты для повышения продуктивного действия комбикормов // Свиноводство. 2020. № 7. С. 21-24.
8. Лаврентьев А. Ю. Отечественные ферменты для повышения продуктивного действия комбикормов в технологии кормления молодняка свиней // Аграрная Россия. 2021. № 2. С. 26-29.
9. Смирнов Д.Ю. Совместное применение ферментных препаратов и их влияние на мяс-

ную продуктивность // Свиноводство. 2013. № 8. С. 33-35.

10. Чабаев М.Г. Эффективность скармливания различных форм селена на продуктивность свиноматок и растущего молодняка свиней // Актуальные проблемы интенсивного развития свиноводства: материалы XXVII международной научно-практической конференции. Брянск, 2020. С. 205-209.

#### References

1. Danilova N. Effektivnost otechestvennykh fermentnykh preparatov v kombikormakh dlya molodnyaka sviney // Myasnaya industriya. 2017. № 10. S. 48-49.
2. Lavrentev A.Yu. Vliyanie BVMK i PS-2 na reproduktivnost svinomatok // Kombikorma. 2011. № 6. S. 89.
3. Lavrentev A.Yu. Spetsialnye kombikorma i immunostimulyator pri vyrashchivani porosyat // Kombikorma. 2012. № 1. S. 108.
4. Lavrentev A.Yu. Vliyanie ispolzovaniya 1-lizin monokhlorgidrata kormovog ratsionakh molodnyaka sviney na rost, razvitiye i zatraty kormov // Veterinariya i kormlenie. 2014. № 2. S. 26-27.
5. Lavrentev A.Yu. Vliyanie ispolzovaniya 1-lizin monokhlorgidrata kormovogo v ratsionakh molodnyaka sviney na rost, razvitiye i zatraty kormov // Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. 2014. № 2 (26). S. 111-113.
6. Lavrentev A.Yu. Fermenty v kombikormakh molodnyaka sviney // Agrarnaya nauka. 2014. № 8. S. 26-27.
7. Lavrentev A.Yu. Otechestvennye fermenty dlya povysheniya produktivnogo deystviya kombikormov // Svinovodstvo. 2020. № 7. S. 21-24.
8. Lavrentev A. Yu. Otechestvennye fermenty dlya povysheniya produktivnogo deystviya kombikormov v tekhnologii kormleniya molodnyaka sviney // Agrarnaya Rossiya. 2021. № 2. S. 26-29.
9. Smirnov D.Yu. Sovmestnoe primenie fermentnykh preparatov i ikh vliyanie na myasnyu produktivnost // Svinovodstvo. 2013. № 8. S. 33-35.
10. Chabaev M.G. Effektivnost skarmlivaniya razlichnyh form selena na produktivnost svinomatok i rastushchego molodnyaka sviney // Aktualnye problemy intensivnogo razvitiya svinovodstva: materialy XXVII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Bryansk, 2020. S. 205-209.



## ПОРАЖЕНИЕ ЖИВОТНЫХ ТОКСИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ АНТРОПОГЕННОЙ ПРИРОДЫ

Лебедева М.Б., ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА;

Кичеева Т.Г., ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА;

Глухова Э.Р., ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА

Интенсивное загрязнение окружающей природной среды происходит в результате выбросов вредных веществ в атмосферу от стационарных источников и автотранспорта. В основе выбросов содержится окись углерода, диоксид серы, оксид азота, углеводороды и другие [2, с. 30-34]. Основной вклад в выбросы от стационарных источников вносят предприятия энергетического комплекса, машиностроения, химии и автотранспорт. Значительный вклад в загрязнение окружающей среды вносят предприятия и перерабатывающая промышленность АПК в виде различных отходов. Статистически неучтенными источниками загрязнения являются котельные, ТЭЦ в городах и в рабочих поселках, населенных пунктах, где в результате сжигания топлива при высокой температуре выделяется в атмосферу ядовитое соединение – диоксин. Диоксины высоко токсичны и могут вызывать проблемы в области репродуктивного здоровья и развития, гормональных нарушений, поражения иммунной системы, а также обладающие канцерогенным эффектом [3, с. 64-68]. Территории и почвы сельскохозяйственного назначения загрязняются солями тяжелых металлов. Данная группа оказывает негативное действие на организм животного. Это выражается в нарушении пищеварительной функции, нейровегетативных процессов, увеличении частоты сердечно-сосудистых заболеваний, обмена кальция и др. Нельзя не учитывать влияния на окружающую природную среду выбросов на местах дислокации воинских частей. Таким образом, токсические вещества антропогенной природы, поступающая в организм человека и животного, вызывают нарушение обмена веществ воспроизводительной функции, наследственные дефекты, снижение иммунитета, а у продуктивных животных – снижение продуктивности и ухудшение их качества [4, с. 64-67]. То есть, в суммированном масштабе формируется неблагополучная санитарно-эпидемиологическая и ветеринарно-санитарная обстановка.

**Ключевые слова:** токсические вещества, гептил, диоксин, соли тяжелых металлов, Т<sub>3</sub>, Т<sub>4</sub>, инсулин, кортизол.

**Для цитирования:** Лебедева М.Б., Кичеева Т.Г., Глухова Э.Р. Поражение животных токсическими веществами антропогенной природы // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3 (36). С. 41-44.

**Материалы и методы.** В условиях производства опыт проводили на крупном рогатом скоте. Наблюдения за животными вели на протяжении 3 лет. Под опытом находились животные, которым давали корма со значительным содержанием тяжелых металлов, а также животные, находившиеся на выгульных площадках, куда завезли песок с территории разрушенной ракетной шахты. Песок был загрязнен жидким ракетным топливом гептилом. Следующая группа животных находилась под воздей-

ствием диоксина, выделяемого при сжигании топлива на Волгоречской ГРЭС, на расстоянии 8 км от шахты.

**Результаты исследований.** При совместном действии на организм различных химических соединений – ядов органической и неорганической природы выделить в чистом виде патологическое действие на организм того или иного компонента невозможно. Сведения о клиническом статусе пораженных животных необходимо рассматривать как результат совместного влияния токсиче-



ских веществ органической и неорганической природы [3, с. 64-68]. Для понимания патологических процессов, развивающихся в организме под действием токсических веществ, приводятся сведения по биохимическим параметрам крови опытных животных (табл. 1).

При определении уровня общего белка отмечено как повышение уровня общего белка

**Таблица 1 – Изменения биохимических показателей крови у коров под влиянием токсических веществ антропогенного происхождения**

Биохимические параметры	Контрольная группа, %	Опытные группы, %	
		Гептил + соли тяжелых металлов	Диоксин + сернистые соединения + соли тяжелых металлов
Высокий уровень белка		45	38
Низкий уровень белка		18	26
Высокий уровень глюкозы		35	36,5
Низкий уровень глюкозы		17,5	15,4
Высокий уровень липопротеидов		39	38
Наличие кетоновых тел	0,5	9,45	5,5

На фоне нарушения белкового обмена у коров были также отмечены нарушения углеводного обмена (по уровню глюкозы в крови). Выявлены животные как с высоким уровнем глюкозы крови, так и с низким, причем количество животных с отклонением уровня глюкозы крови в группах отличались мало. В жировом обмене в основном отмечено нарушение в виде высокого уровня бета - липопротеидов, причем наибольшее поголовье таких животных отмечено при хронических поступлениях гептила + солей тяжелых металлов.

В опытных группах также было обнаружено в крови наличие кетоновых тел (ацетона, ацетоуксусной, бета-оксимасленной кислоты). Количество таких животных в стаде опытных групп колебалось от 5,5 до 9,45 %. Поскольку в контрольных группах обнаружены животные с наличием в крови кетоновых тел, то это свидетельствует о недостатках в кормлении животных (скармливание переувлажненного, недоброкачественного силоса). При анализе кормов

(выше 3,5 г/литр), так и его снижение (ниже 6,6 г/литр). Изменение уровня общего белка произошло за счет снижения альфа, повышения бета и гамма-глобулинов и альбуминов. Снижение уровня общего белка произошло за счет уменьшения альбуминов и гамма-глобулинов.

обнаружены партии силоса с высоким процентом влажности (выше 70 %), с pH 1,89 или с наличием масляной кислоты – до 20 %.

Следовательно, у животных при хронической интоксикации токсические вещества органической и неорганической природы происходят нарушения в обмене веществ: белковом, углеводном, жировом и развиваются кетозы.

Изучение клинического статуса животных, пораженных токсическими веществами антропогенной природы, мы провели в течение трех лет, потому что анализ за год не позволил бы объективно оценить происходящие события.

При исследовании сердечно-сосудистой системы отмечены изменения в частоте сердечных сокращений (тахикардия), в характере пульса – он был твердым, тоны сердца были приглушенными. При перкуссии печени установлено увеличение ее границ. Надавливание кулаком в области печени приводило к болезненной реакции со стороны животного. В опытных группах во все годы процент пора-



женных животных в сравнении с контрольной группой был значительно выше.

Показатели воспроизводства стада в контрольной и опытной группах также резко отличались. В опытных группах количество коров, у которых отмечены выкидыши в сравнении с контрольной группой, было выше в 2-3 раза. Следовательно, токсические вещества органической и неорганической природы в организме вызывают эмбриотоксический эффект.

Проявление мертворожденности телят доходило в опытных группах до 9,26 %. Следует отметить высокий процент проявления уродств, особенно на фоне действия гептила + солей тяжелых металлов. Появление высокого процента мертворожденного приплода с различными аномалиями доказывает наличие тератогенного эффекта действия токсических веществ.

Гинекологические болезни проявились в виде задержаний последа с последующим разви-

тием эндометритов, поражений яичников. В опытных группах процент гинекологических больных был весьма высоким, причем во все годы. Причины появления гинекологических заболеваний – это действие токсических веществ на иммунную систему животных. То есть на организм животных они оказали иммунодепрессивный эффект.

Также изучали изменение уровня гормонов у коров на фоне хронического поступления токсических веществ антропогенной природы. (табл. 2). Было отмечено, что происходит снижение функциональной активности щитовидной железы, то есть отмечается снижение гормонов  $T_3$  и  $T_4$ , причем в наибольшей степени за счет  $T_3$ . Токсические вещества блокируют синтез йода щитовидной железой или вхождение йода в состав тиреоглобулинов за счет подавления ферментной системы, участвующей в синтезе  $T_3$  или  $T_4$ .

**Таблица 2 – Изменение уровня гормонов у коров на фоне хронического поступления токсических веществ антропогенной природы**

Гормоны	Единицы измерения	Клинически здоровые	Опытные группы			
			Гептил+соли тяжелых металлов		Диоксин+сернистые соединения+соли тяжелых металлов	
			Периоды исследования			
$T_3$	нмоль/л	2,84±0,18	1,09±0,02	1,54±0,31	1,08±0,07	1,44±0,13
$T_4$	нмоль/л	40,34±4,0	26,03±3,3	32,0±3,05	35,75±2,73	42,04±5,7
кортизол	нг/мг	17,4±1,6	60,7±4,8	43,4±3,5	55,7±3,85	43,4±3,2
инсулин	мкЕд/мл	5,48±0,72	75,68±8,9	54,9±7,4	66,6±12,3	44,9±3,9

Хроническое поступление токсических веществ в организм продуктивных животных приводит к подавлению функциональной активности щитовидной железы, большей или меньшей степени – в зависимости от вида химического соединения.

О состоянии гипофизарно – надпочечниковой системы на фоне воздействия токсических веществ антропогенного происхождения мы

оценивали по уровню глюокортикоида – кортизола. Во всех группах произошло значительное повышение содержания кортизола в крови коров, причем – в наибольшей степени на фоне гептила. Несколько меньший подъем отмечается на фоне диоксина. То есть имелись различия в реакции гипофизарно- надпочечниковой системы (по уровню кортизола) в зависимости от вида токсических веществ. При поступлении в



организм токсических веществ у коров происходило резкое повышение уровня гормона инсулина. Механизм такого явления объясняется следующим. У коров при поражении печени происходит нарушение белкового, углеводного и других видов обмена. Отмечалось также нарушение синтеза рецепторных белков гормонов, в частности и гормона белковой природы – инсулина.

#### Выводы.

1. На фоне токсикоза у животных происходит распад тканевых белков, свидетельство чему спонтанное увеличение глюкозы. Ответной реакцией организма на спонтанный подъем глюкозы является резкое возрастание уровня гормона инсулина в крови.

2. При хронической интоксикации организма животного токсическими веществами антропогенной природы происходят нарушения в функционировании сердечно-сосудистой системы и печени.

3. Судя по нарушению воспроизводительной функции животных, хроническая интоксикация токсическими веществами антропогенной природы вызывает тератогенный и эмбриотоксический эффект.

4. Хроническая интоксикация токсическими веществами в организме животных приводит к нарушению гормонального баланса в виде кортизолемии, гиперинсулинемии, синдрома гипотиреоза.

#### Список используемой литературы

1. Беспамятов Г.Л., Кротов Ю.А. ПДК химических веществ в окружающей среде. Справочник. Л.: Химия, 1985.

2. Грушко Я.М. Вредные органические соединения в промышленных выбросах в атмосферу. Справочник. Л.: Химия, 1986.

3. Иванов В.И. Экотоксиканты в нечерноземной зоне России и их воздействие на про-

дуктивных животных // Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России: материалы научно-практической конференции. Иваново, 2012.

4. Лебедева М.Б. Клинический статус коров и телят при воздействии токсических веществ // Аграрная наука в условиях модернизации и инновационного развития АПК России: сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвященной 85-летию ИГСХА им. Д.К. Беляева. Иваново, 2015.

5. Хмельницкий Г.М., Локтионов В.Н., Полоз Д.Д. Ветеринарная токсикология. М.: Агропромиздат, 1987.

#### References

1. Bespamyatov G.L., Krotov Yu.A. PDK khimicheskikh veshchestv v okruzhayushchey srede. Spravochnik, L., Khimiya, 1985.

2. Grushko Ya.M. Vrednye organicheskie soedineniya v promyshlennykh vybrosakh v atmosfe-ru. Spravochnik, L., Khimiya, 1986.

3. Ivanov V.I. Ekotoksikanty v nechernozemnoy zone Rossii i ikh vozdeystvie na produktivnykh zhivotnykh // Agrarnaya nauka v usloviyakh modernizatsii i innovatsionnogo razvitiya APK Rossii: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ivanovo, 2012.

4. Lebedeva M.B. Klinicheskiy status korov i telyat pri vozdeystvii toksicheskikh veshchestv // Agrarnaya nauka v usloviyakh modernizatsii i innovatsionnogo razvitiya APK Rossii: sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-metodicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 85-letiyu IGSKhA im. D.K. Belyaeva. Ivanovo, 2015.

5. Khmelnitskiy G.M., Laktionov V.N., Poloz D.D. Veterinarnaya toksikologiya. M.: Agropromizdat, 1987.



## ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ СТАДА МИНИ-СВИНЕЙ ИЦиГ СО РАН В УСЛОВИЯХ СИСТЕМАТИЧЕСКОГО ИНБРИДИНГА

Шатохин К.С., ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»; Никитин С.В., ФГБНУ ФИЦ Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН; Кочнев Н.Н., ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»; Запорожец В.И., ФГБНУ ФИЦ Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН; Седович М.Е., ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»; Коршунова Е.В., ФГБНУ ФИЦ Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН; Ермолаев В.И., ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»

Цель настоящей статьи заключается в изучении динамики долей генотипа родоначальников и коэффициента инбридинга в процессе создания селекционной группы лабораторных мини-свиней ИЦиГ СО РАН. Показано, что стадо происходит от пяти свиноматок-родоначальниц крупной белой породы (КБ1902, КБ1906, КБ1910, КБ1912 и КБ1926), трёх светлогорских (МС2853, МС2913 и МС2987), двух ландрассских (ЛНДР03 и ЛНДР07) и двух вьетнамских (ВТН300 и ВТН3000.1) хряков. При этом на сегодняшний день только четверо хряков-родоначальников (МС2853, МС2987, ЛНДР07 и ВТН300) имеют прямых потомков по мужской линии и только три свиноматки (КБ1902, КБ1906 и КБ1910) дали начало семействам. Несмотря на то, что эффективная численность стада была не более 77 особей в каждом поколении и 40 во время каждой случной кампании, коэффициент инбридинга репродуктивной группы был в пределах 3-7 %, что соответствует умеренному значению. При этом доля инбридинга была сформирована главным образом благодаря возвратным скрещиваниям на родоначальников, относящимся к мелкой форме домашней свиньи, а именно светлогорских и вьетнамских хряков. В процессе разведения не было отмечено полной утраты долей генотипов кого-либо из родоначальников. Было установлено, что коэффициент инбридинга не имел достоверно отрицательной динамики в расчете на каждого родоначальника стада. Анализ результатов исследования показал, что дифференциация начального маточного поголовья на родоначальниц семейств и матерей продолжателей линий частично позволяет избегать возвратных скрещиваний и позволяет планировать инбридинг только на выдающихся хряков-родоначальников.

**Ключевые слова:** лабораторные мини-свиньи, близкородственные спаривания, доли генотипа, коэффициент инбридинга, родоначальники, репродуктивная численность стада.

**Для цитирования:** Шатохин К.С., Никитин С.В., Кочнев Н.Н., Запорожец В.И., Седович М.Е., Коршунова Е.В., Ермолаев В.И. Изменение структуры стада мини-свиней ИЦиГ СО РАН в условиях систематического инбридинга // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3 (36). С. 45-52.

**Введение.** Проблема близкородственных скрещиваний в животноводстве освещалась ещё классиками зоотехнии, начиная с 30-х годов XX века, которые не рекомендовали использовать инбридинг в рутинной работе, но считали его необходимым инструментом при закладке новых типов и линий [1; с. 39-42]. Ограничения на использование инбридинга мотивируют неоднократно зарегистрированными случаями снижения продуктивности и измельчания животных разных ви-

дов [2], что в свою очередь является причиной многочисленных обсуждений эффективности различных систем контроля гомозиготности [3]. В качестве возможных причин инбредной депрессии называют снижение гетерозиготности и переход в гомозиготное состояние снижающих жизнеспособность аллелей [4]. При этом вторая гипотеза имеет значительно больше доказательств [4]. Из-за того, что численность некоторых стад лабораторных мини-свиней не превышает 30-40 голов, близ-



кородственные скрещивания являются неизбежностью [5, 6]. При этом описание использования инбридинга и конкретных мер по минимизации инbredной депрессии в разведении этих животных встречается лишь в единичных публикациях [5-9], несмотря на то, что данный приём применялся при создании ряда селекционных групп [5, 8-11]. Таким образом, способы использования инбридинга в разведении лабораторных мини-свиней требуют дальнейшего изучения. Особого внимания заслуживает анализ динамики долей генофонда отдельных родоначальников как инструмента обнаружения вероятных носителей, снижающих жизнеспособность аллелей. Целью настоящей статьи является анализ динамики коэффициента инбридинга и долей генотипа каждого из родоначальников мини-свиней ИЦиГ СО РАН в процессе разведения стада.

**Объекты и методы исследований.** Исследования проводились по данным зоотехнического учёта животных репродуктивного ядра стада мини-свиней ИЦиГ СО РАН 16 поколений с 1990 по 2020 годы (всего 328 голов). На их основании по каждой особи индивидуально были рассчитаны доли генотипа родоначальников и родоначальниц по формуле:

$$P = \frac{1}{2} P_m + \frac{1}{2} P_f ,$$

где  $P$  – доля генотипа родоначальника у данной особи,  $P_m$  – доля генотипа родоначальника у отца,  $P_f$  – доля генотипа родоначальника у матери. Коэффициент инбридинга вычисляли по формуле:

$$F = \frac{P_o(1 + F_o) \times P_m(1 + F_m)}{4} ,$$

где  $F$  – коэффициент инбридинга особи,  $F_o$  – коэффициент инбридинга отца,  $F_m$  – коэффициент инбридинга матери,  $P_o$  – доля генотипа родоначальника у отца,  $P_m$  – доля генотипа родоначальника у матери. Стадо происходит от 7 родоначальников (КБ1902, КБ1906, КБ1910, КБ1912, КБ1926, ЛНДР03 и ЛНДР07), относящихся к крупной форме домашней свиньи и 5 – к мелкой (МС2853, МС2913, МС2987, ВТН300 и ВТН3001). Структуру стада оценивали по долям генотипов родоначальников. Показатели описательной статистики рассчитывали при помощи общепринятых алгоритмов [12; с 37-60]. В соответствии с методическими указаниями [12; с 255-274], динамику доли генотипа и коэффициента инбридинга оценивали

методом регрессионного анализа. Составление графиков осуществлялось при помощи программы Microsoft Excel с использованием логарифмической функции для построения линии тренда. Вычисление коэффициента регрессии ( $B \pm S_B$ ) проведено при помощи приложения General Regression Models/ Simple regression, входящего в пакет программы STATISTICA8. Связь между признаками была оценена посредством коэффициента корреляции ( $r$ ), который рассчитан при помощи соответствующего приложения в пакете программного обеспечения STATISTICA8.

**Результаты исследований.** Несмотря на то, что история стада мини-свиней ИЦиГ СО РАН описывалась ранее [5, 10], контекст настоящего исследования требует её изложения в несколько более подробном формате. В 1990 году было проведено скрещивание пяти свиноматок-родоначальниц крупной белой породы (КБ1902, КБ1906, КБ1910, КБ1912 и КБ1926) с тремя светлогорскими хряками-родоначальниками (МС2853, МС2913 и МС2987). Затем 8 свинок первого поколения были покрыты светлогорскими хряками МС2853 и МС2987. Свиноматки № 54 (от ♀1912 × ♂1913) и 12 (от ♀ 1926 × ♂ 2853) первого поколения мини-свиней не оставили после себя прямых потомков женского пола. Однако от них были получены хряки № 15 (потомок хряка № 2853) и 35 (потомок № 2987). Потомки по мужской линии от хряка № 1913 и по женской от свиноматки № 1912 прекратились уже во втором поколении на свинке № 54, которую случили с хряком № 2853. Из всех потомков для воспроизводства был отобран один хрячок (№ 15), вклад которого в репродукцию стада заключался в одной свинке. В результате динамика степени инбридинга на свиноматку родоначальницу № 1912 и хряка № 1913 практически равна нулю, а соответствующие доли крови неизменно уменьшаются (табл. 1).

Потомков свиноматки № 1910, оставившей после себя потомство обоих полов вплоть до 13-14 поколений использовали весьма ограничено, избегая инбридинга на родоначальницу. В их числе был хряк № 17, ставший продолжателем линии МС2853 [5]. Возвратное скрещивание светлогорских хряков с помесными свинками первого поколения были спланированы как средство закрепления аллелофонда нативной свиньи. Они же, судя по всему, и предопределили высокий коэффициент инбридинга на родоначальников мелкой формы, образовавшийся у животных третьего поколения (рис. 1, табл. 2).



Таблица 1 – Динамика долей генотипа родоначальников по поколениям (%)

Поколение	КБ1902	КБ1906	КБ1910	КБ1912	КБ1926	МС2853	МС1913	МС2987	ЛНДР03	ЛНДР07	ВНТ300	ВНТ3001
1	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	6.25	3.13	9.38	3.13	40.63	3.13	31.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	2.50	6.25	7.50	1.25	7.50	30.00	1.25	43.75	0.00	0.00	0.00	0.00
4	2.08	5.56	6.25	0.00	6.94	23.61	0.00	38.89	11.11	5.56	0.00	0.00
5	2.19	6.56	5.94	0.63	5.94	23.44	0.63	39.69	10.00	5.00	0.00	0.00
6	1.17	5.01	8.27	0.52	7.81	27.73	0.52	40.10	5.21	3.65	0.00	0.00
7	0.96	4.51	7.29	0.35	6.86	24.05	0.35	35.50	5.56	3.47	11.11	0.00
8	0.86	3.11	6.94	0.04	6.88	22.55	0.04	30.88	4.32	4.17	17.86	2.38
9	0.82	3.56	6.85	0.00	6.90	22.24	0.00	32.14	4.14	4.61	18.75	0.00
10	0.55	3.57	6.90	0.06	7.12	22.14	0.06	32.39	2.72	4.75	17.75	2.00
11	0.51	3.54	6.90	0.09	7.14	22.15	0.09	32.33	2.63	4.87	17.76	1.97
12	0.63	3.61	6.82	0.08	7.08	22.14	0.08	32.43	3.18	5.02	18.20	0.74
13	0.56	3.70	6.94	0.09	7.15	22.32	0.09	32.89	2.90	4.74	16.81	1.83
14	0.50	3.50	6.31	0.08	6.49	20.27	0.08	30.27	2.54	4.05	14.23	1.95
15	0.50	3.70	6.72	0.10	6.94	21.59	0.10	32.21	2.60	4.42	15.63	1.94
16	0.40	3.77	7.10	0.09	7.37	22.53	0.09	33.52	1.96	4.46	15.80	2.92
$B \pm S_B$	-3.935 $\pm$ 0.014 $^{**}$	-3.059 $\pm$ 0.008 $^{**}$	-2.510 $\pm$ 0.025 $^*$	-2.630 $\pm$ 0.020 $^*$	0.122 $\pm$ 0.904	-0.980 $\pm$ 0.344	-2.630 $\pm$ 0.020 $^*$	-1.634 $\pm$ 0.125	-5.242 $\pm$ 0.003 $^{**}$	-0.261 $\pm$ 0.001	0.036 $\pm$ 0.003	1.170 $\pm$ 0.001
$t$	1.74	2.63 $*$	4.30 $^{***}$	5.53 $^{+++}$	4.41 $^{***}$	9.33 $^{***}$	5.53 $^{+++}$	12.48 $^{***}$	1.26	3.04 $^{***}$	7.35 $^{***}$	2.06

$t$  – значения критерия Стьюдента, показывающие отличия частот долей кровности особей 16-го поколения от 1 %,  $B \pm S_B$  – значение коэффициента регрессии. Знаком  $*$  отмечены родоначальники, доли крови которых достоверно выше 1 %;  $^{+}$  – достоверно ниже 1 %

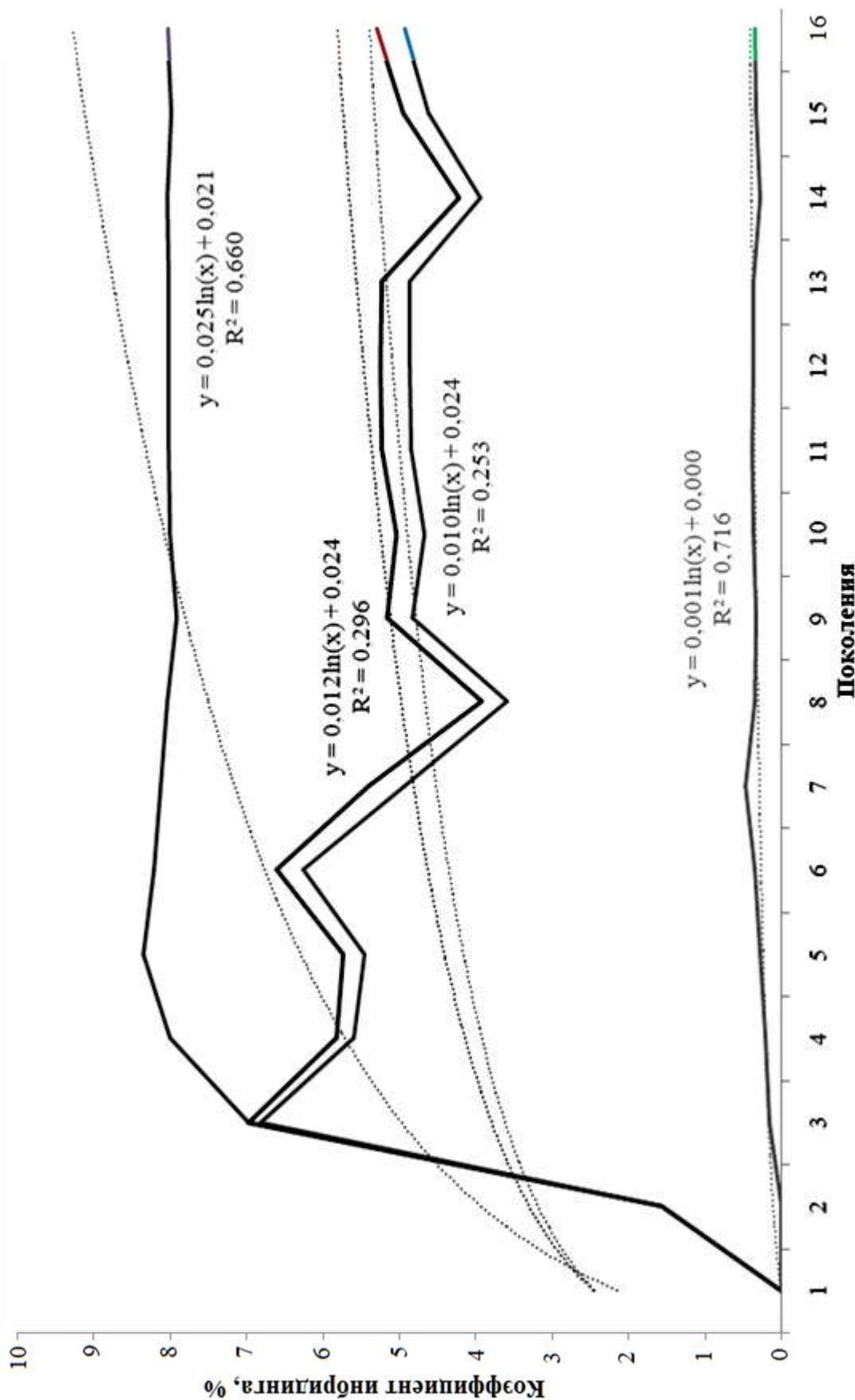


Рисунок 1 – Динамика коэффициента инбридинга стада мини-свиней ИЦиГ СО РАН. Сплошными линиями обозначены фактические динамики, пунктирными – линии тренда. Красные линии соответствуют суммарному коэффициенту инбридинга, синие – рассчитанные только с учётом долей генотипа родоначальников мелкой формы, зелёные – только родоначальников крупной формы, фиолетовые – рассчитанные без учёта вклада ландрасских и вьетнамских хряков



Таблица 2 – Динамика коэффициента инбридинга на родоначальников мини-свиней ИЦиГ СО РАН (%)

Поколение	КБ1902	КБ1906	КБ1910	КБ1926	МС2853	МС2987	ЛНДР03	ЛНДР07	ВТН 300	ВТН 3001
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1.563	0	0	0	0
3	0	0	0.156	0	1.875	4.941	0	0	0	0
4	0	0.087	0.043	0.087	1.147	4.454	0	0	0	0
5	0.029	0.088	0.078	0.088	1.408	4.044	0	0	0	0
6	0	0.049	0.153	0.145	1.928	4.329	0	0	0	0
7	0.005	0.056	0.132	0.112	1.486	3.438	0.174	0	0	0
8	0.002	0.024	0.107	0.111	1.164	2.422	0.058	0.042	0	0
9	0.001	0.057	0.117	0.114	1.258	2.710	0.000	0.046	0.859	0
10	0.001	0.030	0.135	0.128	1.253	2.752	0.021	0.055	0.662	0
11	0.001	0.033	0.150	0.128	1.250	2.766	0.013	0.061	0.834	0
12	0.001	0.042	0.117	0.124	1.250	2.776	0.026	0.063	0.843	0
13	0.001	0.034	0.120	0.128	1.276	2.864	0.025	0.056	0.722	0
14	0.001	0.031	0.097	0.102	1.031	2.388	0.015	0.040	0.514	0
15	0.001	0.033	0.114	0.121	1.196	2.794	0.016	0.050	0.619	0.014
16	0.001	0.035	0.126	0.136	1.303	2.982	0.010	0.050	0.625	0.023
B±S <sub>B</sub>	-0.582±0.001	0.370±0.001	2.316±0.001*	4.232±0.001**	1.155±0.001	-0.003±0.001	-2.133±0.001	5.917±0.001***	4.822±0.001***	2.563±0.001*

Таким образом, были сформированы ныне существующие семейства свиноматок КБ1902, КБ1906 и КБ1910, а также линии хряков МС2853 и МС2987 [5], в результате скрещивания которых при любой комбинации подбора исключалось возвратное скрещивание на свиноматок-родоначальниц № 1902, 1906, 1912 и 1926.

В 1998 году свинок третьего поколения № 78 и 124 случили с хряками породы ландрас № 3 и 7. Из полученного потомства для воспроизведения были отобраны хрячки № 11 (♀ № 78×♂ № 7), 17.2 (♀ № 124×♂ № 3) и свинка № 14.3 (♀ № 124×♂ № 3). Впрочем, генеалогически преемственная последовательность прямых потомков по мужской линии от хряка ЛНДР03 оборвалась уже в 4-м поколении (в первом относительно скрещиваний ♀ № 78×♂ № 7 и ♀ № 124×♂ № 3) на хряке № 17.2, не оставившем после себя сыновей. Линия потомков хряка № 7 (ЛНДР07) продолжается до настоящего времени. В 2006 году проведено скрещивание хряка вьетнамской чёрной пастбищной породы № 300 со свиноматкой шестого поколения № 100.3. Для воспроизведения стада были отобраны свинка № 100.4 и хрячок № 100.1, ставший продолжателем линии. В 2010 году хряка № 100.1 линии ВТН300 использовали в 57.14 % (в 12 из 21) случек, полученное потомство от кото-

рых было отобрано для воспроизведения стада. В том же году проведено скрещивание свинки седьмого поколения № 406 с другим вьетнамским хряком (№ 3000.1), оставившими после себя только свинку № 518.

Интенсивность использования родоначальников стада и их потомков в конченом счёте определила динамику соответствующих долей генотипа (табл. 1) и степени инбридинга (табл. 2). В результате, практически на протяжении всего существования коэффициент инбридинга репродуктивной группы мини-свиней ИЦиГ СО РАН составлял 3-7 % (рис. 1). Начиная с 9-го поколения, для коэффициента инбридинга характерна стабилизация на уровне около 5 % (рис. 1). Таким образом, стадо разводят в условиях умеренного инбридинга [13], несмотря на периодические “прилития крови” [5, 10]. Последнее стало причиной периодического снижения коэффициента инбридинга, который в целом имеет стабильную медленно увеличивающуюся тенденцию, что особенно чётко фиксирует линия тренда (рис. 1) и соответствующий коэффициент регрессии ( $B=1.225\pm0.001$ ). При этом, возвратные скрещивания на светлогорских хряков № 2853 и 2987, а также родоначальника линии ВТН300 в гораздо большей степени сформировали общий фон инбрекности стада, нежели на свино-



маток-родоначальниц и ландрасских хряков, что в частности, подтверждается сходным значением коэффициента регрессии ( $B=1.060\pm 0.001$ ). Связь между динамикой суммарной степени инбридинга и близостью родства по родоначальникам мелкой формы составила  $r=0.998\pm 0.008$  ( $P<0.001$ ), что существенно ( $P<0.001$ ) выше корреляции суммарного коэффициента инбридинга со степенью близкородственного скрещивания на родоначальников крупной формы – свиноматок крупной белой породы и ландрасских хряков ( $r=0.658\pm 0.108$ ;  $P<0.001$ ). Стоит сказать, что скрещивания с ландрасскими и вьетнамскими хряками, вероятно, определили нынешний уровень коэффициента инбридинга. Как показывают расчеты (рис. 1), в том случае если бы генофонд мини-свиней ИЦиГ СО РАН был сформирован только из фрагментов геномов светлогорских хряков-родоначальников и свиноматок-родоначальниц крупной белой породы, значение коэффициента инбридинга составляло бы порядка 8 %.

**Обсуждение.** Анализ изменения степени инбридинга и долей генотипа отдельных родоначальников обнаруживает две довольно интересных особенности. Первая заключается в отсутствии отрицательной динамики коэффициента инбридинга, что подтверждается результатами регрессионного анализа (табл. 2). Вторая заключается в том, что доли кровности каждого из родоначальников не утратились полностью, хотя доли генотипа свиноматки КБ1912 и хряка МС2913 опустились ниже 1 %. Теоретически отрицательная динамика инбридинга должна быть следствием утраты аллелей соответствующего родоначальника практически в каждом возвратном скрещивании, что вполне могло быть реализовано посредством гибели или же выбраковки поросят. А это в свою очередь косвенно указывало бы на возвратные скрещивания как на непосредственную причину элиминации. Следовательно, утрату долей генотипа некоторых родоначальников (табл. 1), а именно практически всех свиноматок-родоначальниц и хряков МС2913 и ЛНДР03, можно считать следствием либо проигрывания конкуренции аллелям, унаследованным от хряков МС2853, МС2987, ВТН300 и ВТН3000.1, либо результатом дрейфа генов.

История стада показывает, что генофонд мини-свиней ИЦиГ СО РАН сформирован из аллелофондов представителей достаточно неродственных между собой форм домашней свиньи [10]. С

учётом межаллельной конкуренции [14; с. 33-34], давления естественного и искусственного отбора, имеющим место в стаде [15], определяются наиболее приспособленные к условиям питомника фенотипы, а соответственно и генотипы. Отсеванные особи теоретически могли являться носителями снижающих жизнеспособность аллелей, выщепление которых закономерно при инбридинге [16], или же быть носителями аллелей, чьё одновременное присутствие в геноме негативно сказывается на общей приспособленности животного. Примером последних может быть обнаруженная в стаде несовместимость европейских и азиатских гаплотипов сывороточных белков крови [17; с. 108-123]. Таким образом, при скрещивании неродственных форм *Sus scrofa L.* закладывается генофонд стада с гетерозиготностью предположительно более высокой, чем следовало бы ожидать при разведении изолированной селекционной группы. Тот факт, что в стаде мини-свиней ИЦиГ СО РАН не было замечено полной утраты аллелей ни одного из родоначальников (табл. 1) в совокупности со стабилизацией коэффициента инбридинга (рис.1) косвенно указывает на то, что скрещивание неродственных форм *Sus scrofa L.* является перспективным селекционным противоинбредным механизмом. Отчасти, это объясняет мотивацию селекционеров на само использование скрещивания животных из разных популяций, так как для его осуществления необходима транспортировка животных со всеми сопутствующими административно-техническими сложностями и дополнительными материальными затратами. Всего этого можно было бы избежать при селекции на мелкие размеры и приспособленность к конкретному биомедицинскому эксперименту представителей одной условной “породы”. К сожалению, в настоящее время из-за недостатка исходных данных по разным стадам сложно оценить последствия обоих способов создания селекционных групп лабораторных мини-свиней. Однако можно утверждать, что из 31 ныне существующих условных пород 16 были выведены с использованием сложного воспроизведенного скрещивания родоначальников происходящих из разных селекционных групп, а 15 с использованием генофонда только одной внутривидовой совокупности *Sus scrofa L.* [11; с. 23-50, 18]. При этом нельзя отрицать тот факт, что во втором случае не были использованы животные весьма отдалённого родства. Само решение с учётом ранее подтверждённых фактов преимущества



гетерозигот при отборе в репродуктивную группу [3, 4], должно максимизировать количество гетерозиготных локусов за счёт неизбежного накопления мутаций при независимом существовании животных в изолированных популяциях. Как показало настоящее исследование (рис. 1), снижение коэффициента инбридинга в дальнейшем очевидно, при том, что вероятность сохранения в генофонде стада аллелей, унаследованных от разных родоначальников, весьма существенная.

По всей видимости, при закладке малочисленной селекционной группы, в нашем случае – мини-свиней ИЦиГ СО РАН, дифференциация имеющихся маток на родоначальниц семейств и матерей продолжателей линий первого поколения имеет некоторое значение как средство минимизации негативных последствий инбридинга в дальнейшем. В таком случае, при любом варианте подбора в дальнейшем исключается вероятность возвратных скрещиваний на свиноматок родоначальниц, оставляя возможность инбридинга только на наиболее выдающихся продолжателей линий. При дальнейшем разведении стада инбридинг будет направлен на заранее запланированных животных, что само по себе минимизирует риски, характерные для бесконтрольного инбридинга [10, 19]. В литературе середины XX века особое внимание уделялось подбору маток и производителей при закладке линий, а инбридинг на выдающегося родоначальника рассматривался как средство консолидации у потомков его наиболее важных качеств [1]. В разведении мини-свиней из-за малочисленности поголовья инбридинг на хряков-родоначальников и матерей животных первого поколения можно охарактеризовать так: «если близкородственного скрещивания избежать не удается, то пускай это будет инбридинг на выдающихся животных».

#### Выводы:

1. Высокую долю инбридинга на родоначальников, относящихся к мелкой форме домашней свиньи, можно считать следствием возвратного скрещивания помесных свинок первого поколения на светлогорских хряков-родоначальников.

2. Дифференциация маток на родоначальниц семейств и матерей продолжателей линий  $F_1$  при закладке малочисленной селекционной группы может рассматриваться как средство минимизации рисков, характерных при бесконтрольном инбридинге.

3. Использование скрещивания разнородных форм на ранних этапах создания условной породы лабораторных мини-свиней можно рассматривать как эффективный противоинбредный селекционный приём, функционирующий за счёт максимизации гетерозиготности на этапе закладки новой селекционной группы.

Благодарности: работа поддержана бюджетным финансированием по проекту № 0259-2021-0015

#### Список используемой литературы

1. Редькин А.П. Свиноводство. М.: Огиз, Сельхозгиз, 1935.
2. Дубинин Н.П., Глембоцкий Я.Л. Генетика популяций и селекция. М.: Наука, 1967.
3. Peripolli E., Munari D.P., Silva M.V.G.B., Lima A.L.F., Irgang R., Baldi F. Runs of homozygosity: current knowledge and applications in livestock // Anim Genet. 2017. Vol. 48. N 3. P. 255-271.
4. David P. Heterozygosity-fitness correlations: new perspectives on old problems // Heredity (Ed-inb). 1998. Vol. 80. Pt. 5. P. 531-537.
5. Никитин С.В., Князев С.П., Шатохин К.С., Запорожец В.И., Ермолаев В.И. Разведение и селекция мини-свиней ИЦиГ СО РАН // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Вып. 22. № 8. С. 922-930.
6. Chang W.H., Chu H.P., Jiang Y.N., Li S.H., Wang Y., Chen C.H., Chen K.J., Lin C.Y., Ju Y.T. Genetic variation and phylogenetics of Lanyu and exotic pig breeds in Taiwan analyzed by nineteen microsatellite markers // Journal of Animal Science. 2009. Vol. 87. No 1. P. 1-8.
7. Chu H.-P. Selection and Utilization of Minipigs for Biomedical Research. Taitung Animal Propagation Station, Livestock Research Institute, 2010.
8. Schachler K., Minx J.-O., Sürie C., Distl O., Metzger J. Genetic characterisation of Mini-LEWE as resource population for experimental research. Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift. 2020. AN. 133.
9. Simianer H., Köhn F. Genetic management of the Gottingen Minipig // J Pharmacol Toxicol Methods. 2010. Vol. 62. P. 221-226.
10. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Shatokhin K.S. Miniature pigs of ICG as a model object for morphogenetic research // Russ. J. Genet.: Appl.Res. 2014. Vol. 4. No.6. P. 511-522.
11. Тихонов В.Н. Лабораторные мини-свиньи: генетика и медико-биологическое ис-



пользование. Ин-т цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, 2010.

12. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: «Высшая школа», 1990.

13. Красота В. Ф., Лобанов В. Т., Джапаридзе Т.Г. Разведение сельскохозяйственных животных. М.: Агропромиздат, 1990.

14. Lewin B. Genes IX. Oxford: Jones and Bartlett Publ., 2008.

15. Шатохин К.С., Никитин С.В., Запорожец В.И., Князев С.П., Ходакова А.В., Башур Д.С., Величко К.Д., Ермолаев В.И. Крупноплодность мини-свиней ИЦиГ СО РАН: потенциал нереализуемых возможностей // Вестник НГАУ. 2020. Вып. 56. № 3. С. 137-147.

16. Johnsson M., Gaynor R.C., Jenko J., Gorjanc G., de Koning D.J., Hickey J.M. Removal of alleles by genome editing (RAGE) against deleterious load. // Genet Sel.Evol. 2019. Vol. 51. No. 1. AN.14.

17. Шатохин К.С., Никитин С.В., Князев С.П., Гончаренко Г.М., Ермолаев В.И., Запорожец В.И. Зоотехнические, физиологические и генетические особенности мини-свиней ИЦиГ СО РАН. Новосибирск: изд-во СФНЦА РАН, 2019.

18. Köhn F. History and Development of Miniature, Micro- and Minipigs. The minipig in biomedical research. Hastings (Boca Raton, FL: CRC Press), 2011; pp. 3-16.

19. McDaniel B.T. Uncontrolled Inbreeding. // J. Dairy Sci. 2001. Vol. 84. P.185-186.

#### References

1. Redkin A.P. Svinovodstvo. М.: Ogiz, Selkhozgiz, 1935.

2. Dubinin N.P., Glembotskiy Ya.L. Genetika populyatsiy i selektsiya. M.: Nauka, 1967.

3. Peripolli E., Munari D.P., Silva M.V.G.B., Lima A.L.F., Irgang R., Baldi F. Runs of homozygosity: current knowledge and applications in livestock. // Anim Genet. 2017. Vol. 48. N 3. P. 255-271.

4. David P. Heterozygosity-fitness correlations: new perspectives on old problems. // Heredity (Ed-inb). 1998. Vol. 80. Pt. 5. P. 531-537.

5. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Shatokhin K.S., Zaporozhets V.I., Yermolaev V.I. Razvedenie i selektsiya mini-sviney ITSiG SO RAN. // Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii. 2018. Vyp. 22. № 8. S. 922-930.

6. Chang W.H., Chu H.P., Jiang Y.N., Li S.H., Wang Y., Chen C.H., Chen K.J., Lin C.Y., Ju Y.T. Genetic variation and phylogenetics of Lanyu and exotic pig breeds in Taiwan analyzed by nineteen

microsatellite markers. // Journal of Animal Science. 2009. Vol. 87. No 1. P. 1-8.

7. Chu H.-P. Selection and Utilization of Minipigs for Biomedical Research. Taitung Animal Propagation Station, Livestock Research Institute, 2010.

8. Schachler K., Minx J-O., Sürie C., Distl O., Metzger J. Genetic characterisation of Mini-LEWE as resource population for experimental research. Berliner und München Tierärztliche Wochenschrift. 2020. AN. 133.

9. Simianer H., Köhn F. Genetic management of the Gottingen Minipig.// J Pharmacol Toxicol Methods. 2010. Vol. 62. P. 221-226.

10. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Shatokhin K.S. Miniature pigs of ICG as a model object for morphogenetic research. Russ. // J. Genet.: Appl.Res. 2014. Vol. 4, No.6. P. 511-522.

11. Tikhonov V.N. Laboratornye mini-svini: genetika i mediko-biologicheskoe ispolzovanie. In-t tsitologii i genetiki SO RAN, Novosibirsk, 2010.

12. Lakin G.F. Biometriya. М.: Vysshaya shkola, 1990.

13. Krasota V.F., Lobanov V.T., Dzhaparidze T.G. Razvedenie selskokhozyaystvennykh zhivotnykh. M.: Agropromizdat, 1990.

14. Lewin B. Genes IX. Oxford: Jones and Bartlett Publ., 2008.

15. Shatokhin K.S., Nikitin S.V., Zaporozhets V.I., Knyazev S.P., Khodakova A.V., Bashur D.S., Velichko K.D., Yermolaev V.I. Krupnoplodnost mini-sviney ITSiG SO RAN: potentsial nereali-zuemykh vozmozhnostey. // Vestnik NGAU. 2020. Vyp. 56. № 3. S. 137-147.

16. Johnsson M., Gaynor R.C., Jenko J., Gorjanc G., de Koning D.J., Hickey J.M. Removal of alleles by genome editing (RAGE) against deleterious load. // Genet Sel.Evol. 2019. Vol. 51. No. 1. AN.14.

17. Shatokhin K.S., Nikitin S.V., Knyazev S.P., Goncharenko G.M., Yermolaev V.I., Zaporozhets V.I. Zootehnicheskie, fiziologicheskie i geneticheskie osobennosti mini-sviney ITSiG SO RAN. Novosibirsk: izd-vo SFNTsA RAN, 2019.

18. Köhn F. History and Development of Miniature, Micro- and Minipigs. The minipig in biomedical research. Hastings (Boca Raton, FL: CRC Press), 2011; P. 3-16.

19. McDaniel B.T. Uncontrolled Inbreeding. // J. Dairy Sci. 2001. Vol. 84. P.185-186.

**КЛАССИФИКАЦИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
ПЕРЕДВИЖНЫХ ЗЕРНОВЫХ СУШИЛОК**

**Волхонов М. С.**, ФГБОУ ВО Костромская ГСХА;  
**Мамаева И. А.**, ФГБОУ ВО Костромская ГСХА;  
**Коваленко Р. М.**, ФГБОУ ВО Костромская ГСХА;  
**Беляков М. М.**, ФГБОУ ВО Костромская ГСХА

Сушка зерна, особенно малых партий, является сложнейшей и энергозатратной технологической операцией послеуборочной обработки. Как правило, производители зерносушилок публикуют не полные сведения об их основных технологических и экономических показателях работы, что вызывает большие затруднения у потребителей при покупке сушилок. Проведен анализ конструкций и технико-экономических показателей передвижных зерновых сушилок, выпускаемых в мире, который позволил составить их классификацию по конструкции, режиму работы, характеру взаимодействия агента сушки с зерновым слоем, организации движения зернового слоя и его состояния, энергосберегающим приемам, способу передвижения. Кроме этого, составлена таблица, в содержании которой наиболее полно на сегодняшний день отражены технико-экономические показатели для разных типов и марок передвижных зерносушилок. Для оценки эффективности данного вида сушилок предложено ввести «комплексный показатель совершенства конструкции сушилки», который учитывает удельную металлоемкость и удельный расход теплоты. Расчет показателя для разных типов зерносушилок определил диапазон его значений: 0,91...5,85 (МДж·т·ч)/(пл.т·кг.исп.вл), при этом для более эффективной зерносушилки он принимает наименьшее значение. К таким сушилкам относятся передвижные зерносушилки бункерного типа Fratelli Pedrotti Серия Large, СЗП-32, Местар Серия СРТ, для которых комплексный показатель совершенства конструкции соответственно равен 0,91; 1,54; 1,70 (МДж·т·ч)/(пл.т·кг.исп.вл). Введение комплексного показателя совершенства конструкции сушилки позволяет упростить выбор зерносушилки потребителем. Методика выбора может опираться на графическое представление данного показателя и ее удельной стоимости. Результаты проведенного исследования позволили определить направления совершенствования конструкции передвижных сушилок.

**Ключевые слова:** зерносушилка, передвижная сушилка, сушилка; сушка зерна, эффективность, методика, совершенствование, направления.

**Для цитирования:** Волхонов М. С., Мамаева И. А., Коваленко Р. М., Беляков М. М. Классификация и направления совершенствования передвижных зерновых сушилок // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3 (36). С. 53-62.

**Введение.** В условиях российского климата в большинстве регионов сбор урожая зерновых совпадает с периодом обильных осадков, поэтому влажность урожая выше кондиционной. В Нечерноземной зоне РФ слабым звеном в технологической линии послеуборочной обработки зерна является сушилка. По ее производительности можно судить о производительно-

сти всего зерноочистительно-сушильного пункта (ЗОСП), в состав которого она входит. В настоящее время на многих предприятиях применяются неэффективные технологии послеуборочной обработки зерна, используется оборудование с высоким физическим и моральным износом. Так, согласно данным департамента АПК Костромской области, количество ЗОСП в



регионе за последние десять лет уменьшилось на 38 %, заменено сушилок на новые – 15 штук, остальные 120 – эксплуатируются, в среднем, начиная с 1975 года. Сушильный парк изношен на 80 %, замена техники производится медленно из-за высокой стоимости оборудования [1].

Непрерывное увеличение производства зерна и семян других сельскохозяйственных культур требует значительного прироста мощности зерносушильного парка и повышения эффективности работы зерносушилок. Для обеспечения сельского хозяйства семенами высокого качества зерносушилки должны отвечать технологическим требованиям сушки различных семян [2]. Сегодня при выборе оборудования для сушки зерна определяющими факторами являются ее производительность, экономичность, расход топлива, долговечность, цена. Чем суровее климатическая зона, тем выше требования к сушильному агрегату. Сельхозпроизводители вынуждены постоянно изучать рынок в поисках инновационных конструкций и технологий сушки зерна, обеспечивающих быструю окупаемость затрат, и качественный продукт на выходе [3]. Как правило, в открытых источниках приводится неполная и несистематизированная информация о характеристиках выпускаемых в мире передвижных сушилок зернового вороха и отсутствует классификация, что значительно осложняет их анализ и выбор при покупке для сельскохозяйственных предприятий.

Существующая классификация зерносушилок охватывает все сушилки без выделения передвижных, так, например, различают зерносушилки малой – до 2,5 т/ч, средней – до 15 т/ч и высокой производительности – более 15 т/ч. Тем не менее передвижным зерновым сушилкам сегодня уделяется особое внимание, так как данный тип сушилок обладает рядом преимуществ:

- мобильностью, не требуется строительство технических сооружений и фундаментов;
- условиями работы, они могут создаваться непосредственно в поле;
- автономностью, возможностью работы на дизельном, газовом или твердом топливе, без электричества (при работе от вала отбора мощности трактора).

Цель научного исследования – определить направления совершенствования передвижных зерновых сушилок.

Задачи научного исследования:

- проанализировать существующий парк передвижных зерновых сушилок, выпускаемых в мире, составить их классификацию;
- определить технико-экономические показатели удельной металлоемкости, удельной стоимости, удельного расхода теплоты на сушку передвижных зерновых сушилок;
- предложить методику оценки эффективности зерносушилок, учитывающую основные показатели, выявить наиболее эффективные.

**Материалы и методы исследований.** С целью составления классификации передвижных зерновых сушилок проведен технико-экономический анализ сушилок, выпускаемых в мире.

Рассмотрим два основных типа зерносушилок: периодического и непрерывного действия. Установки периодического действия позволяют размещать большое количество урожая, не требуют больших капитальных затрат, просты в обслуживании и надежны в эксплуатации. Большинство из них универсальны и пригодны для сушки большого набора растительных материалов [4]. Достоинствами таких сушилок являются простота конструкции, возможность регулирования режима сушки путем подачи агента сушки с различными параметрами на разных этапах сушки, повышение равномерности сушки за счёт перемешивания зерна с помощью шнеков, расположенных в слое, реверсирования продувки зернового слоя. К основным недостаткам относят простоту во время загрузки и выгрузки зерна, непривольные потери теплоты на прогрев сушилки после загрузки в нее очередной партии зерна, неэффективное использование транспортного оборудования [4]. Энергоемкость зерносушилок периодического действия достигает 6700 кДж/ (кг. исп. вл.), а коэффициент полезного действия – 37,5 % [5].

Сушилки непрерывного действия являются экономически более выгодными установками, и поэтому их применение целесообразно в условиях производства семян объемами 500 т и более [6]. По сравнению с зерносушилкой периодического действия сушка зерна на прямоточной зерносушилке приводит к снижению затрат теплоты на 10,7 % и повышению коэффициента полезного действия сушилки с 37,5 до 42 % [7]. Повышение технико-экономических характеристик происходит за счёт



- более полного использования сушильной камеры, так как исключаются простой ее во время загрузки и разгрузки;
- лучших условий для контроля и автоматизации процесса сушки;
- возможностью использования их в поточных технологических линиях, так как эти сушилки не требуют периодического прогрева.

К недостаткам относят неравномерность движения зерна по сечению рабочей камеры и, как следствие этого, неравномерность его нагрева и сушки [6].

Анализ показал, что различают два способа передвижения сушилок: по автомобильной дороге или по железной дороге. Оба способа передвижения имеют свои плюсы и минусы, но более универсальным в современном мире считаются те сушилки, которые могут передвигаться по дорогам общего пользования.

Рассмотрим основные передвижные зерновые сушилки – шахтного, бункерного, барабанного, конвейерного, колонкового типов.

В России на практике из передвижных зерносушилок наибольшее распространение получили шахтные и бункерные. Сушилки шахтного типа обладают компактностью, высокой степенью использования объема рабочей камеры, простотой изготовления, возможностью в одной шахте сушить широкий спектр сыпучих культур [8]. Недостатками этих сушилок являются неравномерная сушка зерна повышенной влажности, постоянное засорение шахт и сложная очистка, необходимость обязательного очищения зерновой массы от примесей перед сушкой, повторная сушка высоковлажной массы, травмирование зерна во время движения по шахте, ограниченный съем влаги за один пропуск зерна через шахту [9].

Особого внимания сегодня заслуживают передвижные бункерные сушилки по причинам их доступности и простоты. К конструктивным особенностям бункерных сушилок относят использование сетчатой наружной стенки сушилки с большим коэффициентом живого сечения, использование большей по диаметру и меньшей по высоте центральной воздухоподающей камеры, а также высокую автоматизацию процесса сушки, использование двух шнековых транспортеров, которые обеспечивают загрузку и рециркуляцию семян в процессе сушки. Важной

конструктивной особенностью является наличие внутренней перфорированной камеры с коническим верхом для ввода агента сушки в продуваемый зерновой слой, толщина которого составляет около 50 см [10]. К недостаткам данных сушилок относят их дороговизну, отсутствие возможности замерить влажность материала, неравномерность сушки из-за уплотнения нижних слоев зерна, длительность сушки; травмирование влажного зерна шнеками.

При рассмотрении сушилок барабанного типа выявилось большое количество недостатков в процессе эксплуатации, что и влияет сегодня на их спрос. Эти сушилки применялись для сушки зерна влажностью более 25 %. К их достоинствам можно отнести возможность сушки кусковых материалов различной сыпучести, засоренности и влажности, наличие высокого коэффициента использования рабочего времени, сушка происходит примерно в 2-3 раза быстрее, чем в шахтных сушилках. Главный недостаток барабанных сушилок – огромный расход энергии, не менее 1,5 литра дизельного топлива и 4 кВт электроэнергии на тонну [7], а также сложность получения семян с высокими показателями всхожести, высокая загрязненность зерна канцерогенными веществами при сушке и высокая неравномерность сушки [11].

Передвижные конвейерные зерносушилки – относительно новый продукт на отечественном сельскохозяйственном рынке, где обнаруживается всего несколько моделей этого типа, однако они успешно используются по всему миру [12]. К их достоинствам относят возможность сушить различные материалы, в том числе и малосыпучие, легкость регулирования производительности, возможность дифференцированно подавать агент сушки и перемешивать слои зерна; возможность визуального наблюдения и контроля движения, доступность рабочих органов для обслуживания. Недостатками конструкции являются громоздкость, большое количество движущихся узлов и деталей, повышенные требования к прочности конструкции, что снижает её эксплуатационную надежность.

На сегодняшний день устарели не только морально, но и технически сушилки колонкового типа по причинам низкого КПД использования агента сушки, не превышающего 8-10 %, и значительного истирания стенок и зерна. Кроме



этого, очистка сушилки требует больших усилий, так как образуются застойные зоны при сушке зерна высокой влажности. В них существует опасность самовозгорания зерна [13].

Необходимо отметить, что сегодня в конструкциях сушилок находит отражение относительно новый технологический принцип – принцип повторного использования отработавшего агента сушки. В установках такого типа реализуется принцип герметичности, без которого процесс сопровождается выделением большого количества пыли, что, в свою очередь,

затрудняет оператору доступ к сушилке.

Проведенный анализ конструкций и технико-экономических показателей зерносушилок позволил пересмотреть содержание таблицы [14].

Для составления таблицы были рассчитаны технико-экономические показатели удельной металлоёмкости, удельной стоимости, удельного расхода теплоты в пересчете на плановые тонны в час в соответствии с требованиями ГОСТ [15]. Формулы для расчета приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Формулы для расчета удельных технико-экономических показателей сушилок**

Название характеристики	Формула	Входящие величины	Единица измерения
Удельная металлоёмкость	$M_{уд} = \frac{m}{Qt}$	m - масса сушилки, т; Qt- производительность, пл. т/ч	(т·ч)/пл. т
Удельная стоимость	$Ц_{уд} = \frac{Ц}{Qt}$	Ц- стоимость зерносушилки, млн. руб.; Qt- производительность, пл. т/ч.	млн. руб·ч.)/пл. т
Удельный расход теплоты	$Q = \frac{B \cdot q}{W1 - 3}$	B - количество условного топлива, кг; q - удельная теплота сгорания дизельного топлива, МДж/кг; W1-3 количество испаренной влаги, кг/ч.	(МДж·ч)/кг.исп.вл.

Проведенный анализ технико-экономических показателей зерносушилок убеждает в целесообразности поиска обобщенной характеристики, которая позволила бы упростить выбор сушилки по этим показателям. Поэтому для оценки эффективности передвижной зерновой сушилки предлагается ввести «комплексный показатель совершенства конструкции сушилки», который учитывает как удельную металлоёмкость, так и удельный расход теплоты:

$$Кп = M_{уд} \cdot Q,$$

где Кп – комплексный показатель совершенства конструкции сушилки, (МДж·т·ч) / (пл. т · кг. исп. вл.);

Муд – удельная металлоёмкость, (т·ч)/пл. т;  
Q – удельный расход теплоты, (МДж·ч)/кг.исп.вл.

Данные формулы использованы для расчета технико-экономических показателей передвижных зерносушилок (см. результаты исследования, таблица 2).

**Результаты и обсуждение.** На основании анализа изученных материалов и методов составлена классификация передвижных зерновых сушилок по разным основаниям (рисунок).

Классификация дополнена таблицей значений технико-экономических показателей, рассчитанных для современных передвижных зерновых сушилок в таблице 2.

Содержание данной таблицы позволяет проводить сравнение технико-экономических показателей передвижных зерносушилок, анализировать их эффективность по разным показателям.

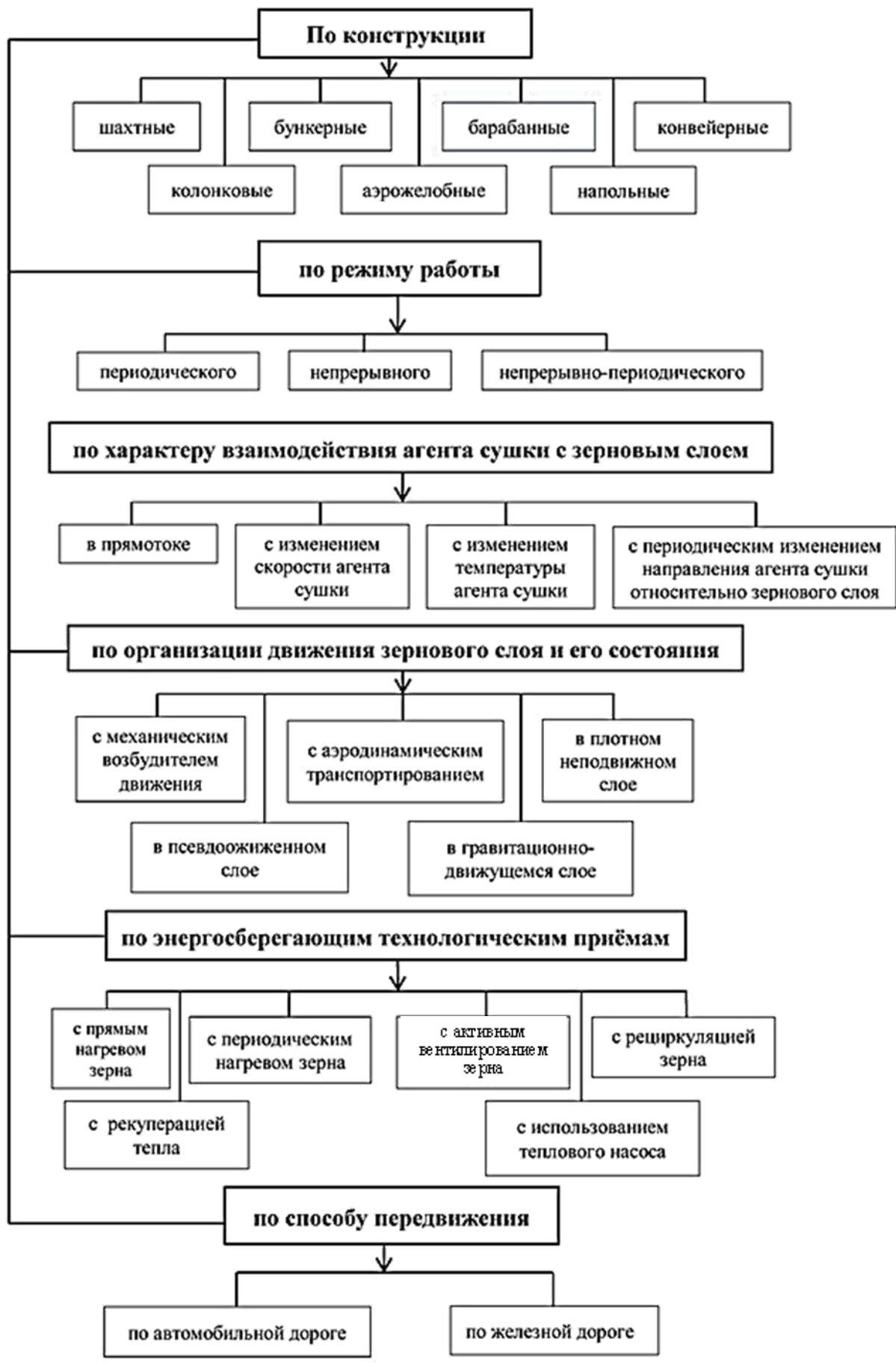


Рисунок - Классификация передвижных зерновых сушилок



Таблица 2 – Технико-экономические показатели современных передвижных зерновых сушилок

Серия и модель	Тип сушилки	Производительность пл. т/ч	Установленная мощность, кВт	Удельная металлоемкость, (т·ч) / пл. т	Удельная стоимость сушилки, (млн. руб·ч.) / пл. т	Удельный расход топлива, л (при снижении на 1 %)	*Удельный расход теплоты, расчетный, (МДж · ч) / кг. исп. вл.	*Комплексный показатель совершенства конструкции сушилки, (МДж·т·ч) / (пл. т · кг. исп. вл.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
«Мери», Финляндия								
M 180к	Шахтный	3,44	17,5	1,45	0,935	1,19	3,75	5,44
M 205к	-"-	3,86	19	1,55	1,045	1,19	3,75	5,81
M 240к	-"-	4,5	21	1,56	-	1,19	3,75	5,85
M 300к	-"-	5,8	28	1,12	-	1,19	3,75	4,2
Одесский завод продовольственного машиностроения, Украина								
K4-УС2-А	-"-	10	37	1,02	-	-	4,48	4,57
«Riela», Германия								
Серия GDT	-"-	5,18-17,76	18-37	-	0,81	1,05	3,31	-
Серия GTR	Бункерный	2,29-5,55	22	-	0,73	1,2-1,5	3,78-4,72	-
Agrex», Италия								
Серия PRT	-"-	1,95-10,25	22,5-50	1,02-0,65	2,61-0,49	1,05	3,47	3,54-2,26
«Fratelli Pedrotti», Италия								
Серия Basic	-"-	2,07-4,79	22,5-30	1,49-0,65	1,24- 0,73	1	3,15	4,69-2,05
Серия Super	-"-	2,67-5,36	23-30	1,40-0,76	1,21-0,78	1	3,15	4,41-2,39
Серия Large	-"-	5,78-8,65	35-45	0,58-0,29	1-0,68	1	3,15	1,83-0,91
Серия XL	-"-	9,24-14,3	75-90	0,82-0,55	0,68-0,67	-	-	-
«Месмар», Италия								
Серия CPT	-"-	5,54-7,08	22	0,69-0,54	0,64-0,81	1[38]	3,15	2,17-1,70
Серия STR	-"-	7,39-10,47	30	0,81-0,57	0,49-0,35	1[38]	3,15	2,55-1,80
Серия FSN	-"-	4,93-12,32	30	1,17-0,47	0,77-0,36	1,1[38]	3,47	4,06-1,63



Продолжение таблицы 2

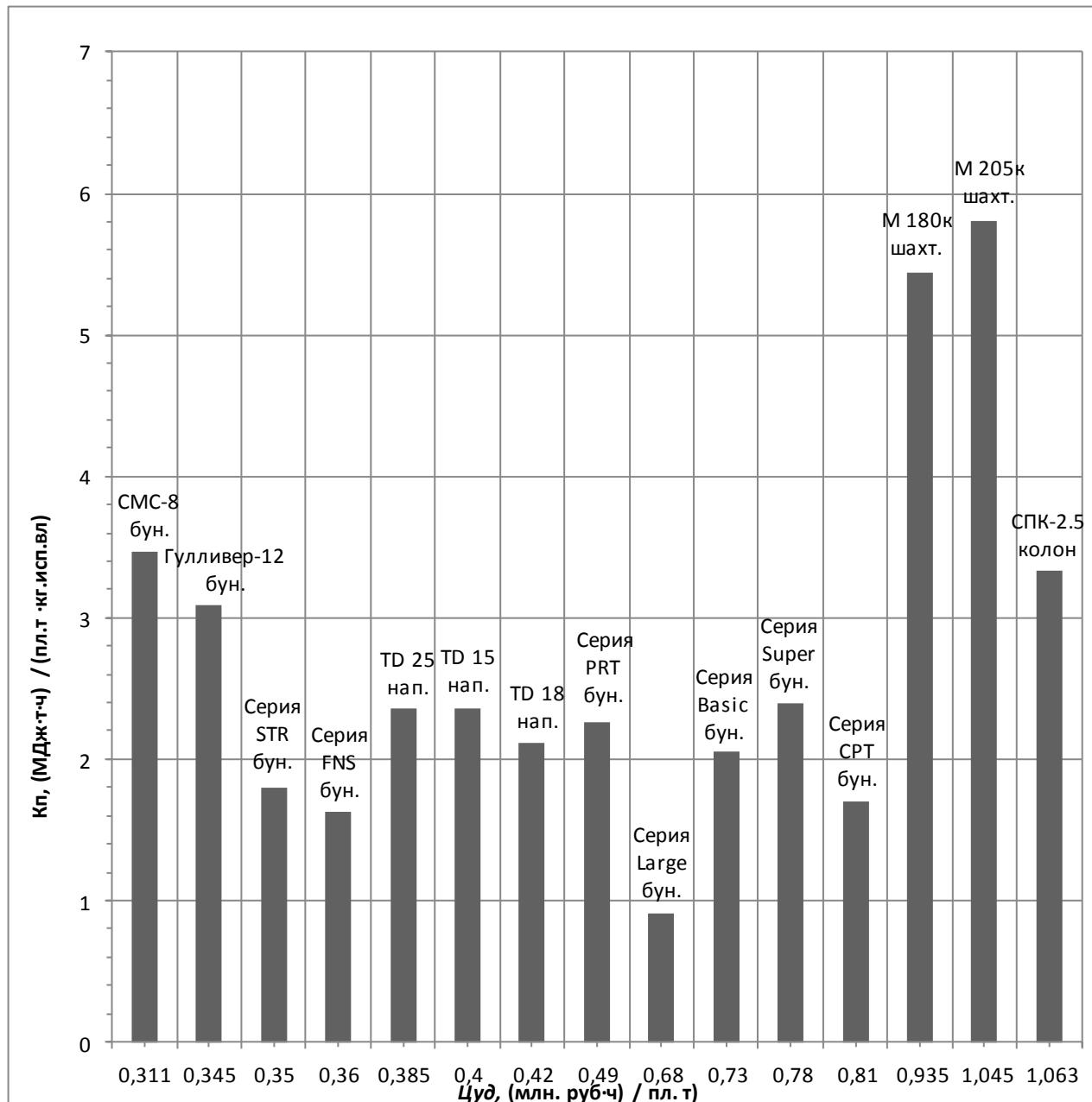
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Серия D	-"-	11,7-17,25	30-45	-	0,51-0,22	-	-	-
Серия SSI	-"-	14,78-20,64	45-55	-	0,31	-	-	-
Серия S	-"-	24,64-38,2	75-100	-	0,27	-	-	-
ОАО «УКХ «Бобруйскагромаш», Республика Беларусь								
СЗП-32	-"-	12	60	0,36	-	-	4,29	1,54
ОЭЗ «Триумф»								
CMC-8	-"-	8	27,5	0,94	0,311	1,17	3,69	3,47
«GT Mfg.», США								
RB 300	-"-	5,16	14,9	0,34	-	-	-	-
RB 500	-"-	7,31	18,6	0,32	-	-	-	-
RB 600	-"-	8,73	22,3	0,29	-	-	-	-
RB 800	-"-	10,75	30	0,26	-	-	-	-
Компания «АгроТехМаш»								
Серия ATM	-"-	1,72-10,73	37,6-114,6	-	1,4-0,68	1-1,5	3,15-4,73	-
Группа компаний «АгроТех»								
Гулливер-12	-"-	7,83	22	0,51	0,345	-	6,05	3,09
ЗАО «СКБ по сушилкам «Брянсксельмаш»								
СПК-2,5	Колон-ковый	2,5	-	1,32	1,063	-	2,52	3,33
«TURBODAN», Дания								
TD 15	Наполь-ный	13,05	-	0,68	0,4	1,1	3,47	2,36
TD 18	-"-	15,66	-	0,61	0,42	1,1	3,47	2,12
TD 25	-"-	21,75	-	0,68	0,385	1,1	3,47	2,36

Рассчитанные технико-экономические показатели удельной металлоемкости, удельной стоимости, удельного расхода тепла характеризуют совершенство конструкции и технологической схемы, эффективность работы выпускаемых в мире сушилок. Расчеты проводились без приведения к нормальным условиям и без учета электроэнергии на привод рабочих органов. Данные характеристики позволяют обоснованно подойти к выбору и покупке передвижной зерновой сушилки. Наилучшие показатели удельной металлоемкости у сушилок RB 800 – 0,26 (т·ч) / пл. т, СЗП-32 – 0,36 (т·ч) / пл. т; удельной стоимости: Mestmar Серия S – 0,27 млн.руб/(пл. т·ч), CMC-8 – 0,311 (млн. руб·ч.)/пл. т, Гулливер-12 – 0,345 (млн.руб·ч.) / пл. т, TD 25 – 0,385 (млн.руб·ч.)/пл.

т; удельного расхода теплоты: СПК-2,5 – 2,52 (МДж·ч) / кг. исп. вл., Fratelli Pedrotti Серия Basic – 3,15 (МДж·ч) / кг. исп. вл., Riela Серия GDT – 3,3 (МДж·ч)/кг.исп.вл. На основании данных о зерносушилках, имеющихся в открытых источниках, рассчитан комплексный показатель совершенства конструкции сушилок *K<sub>n</sub>*. Обнаружено, что его значение находится в диапазоне 0-91...5,85 (МДж·т·ч)/(пл.т·кг.исп.вл). Очевидно, что более эффективными являются сушилки с наименьшим его значением. Примером могут быть сушилки бункерного типа: Fratelli Pedrotti Серия Large – 0,91 (МДж·т·ч)/(пл.т·кг.исп.вл); СЗП-32 – 1,54 (МДж·т·ч)/(пл.т·кг.исп.вл); Mestmar Серия CPT – 1,70 (МДж·т·ч) / (пл.т·кг.исп.вл).

Значения комплексного показателя совершенства конструкции сушилки и удельной стоимости сушилок являются разнорядковыми элементами, которые необходимо одновременно учитывать при их покупке. Для наглядности и облегчения выбора передвижных сушилок

предлагается использовать графическое представление данных показателей эффективности (см. *график*). Так, например, задавая один параметр, с помощью графика можно определить диапазон возможных решений по второму параметру.



**График – Графическое представление показателей эффективности передвижных сушилок**  
бун. - бункерный тип сушилки; нап. - напольный тип сушилки; колон. - колонковый тип сушилки;  
шахт. - шахтный тип сушилки.

Полученные результаты исследования указывают на возможные направления совершенствования конструкций передвижных зерновых сушилок:

1) сегодня мало производителей зерновых сушилок реализуют принцип повторного ис-

пользования отработавшего агента сушки, который является наиболее перспективным с точки зрения совершенствования конструкции;

2) другим направлением совершенствования передвижных зерновых сушилок является обеспечение автоматизации процесса сушки;



3) при разработке современных конструкций передвижных сушилок особое внимание следует уделить визуализации процесса сушки.

#### Выводы.

1. Составлена классификация передвижных зерновых сушилок: по конструкции, режиму работы, характеру взаимодействия агента сушки с зерновым слоем, организации движения зернового слоя и его состояния, энергосберегающим приемам, способу передвижения. Совершенствование передвижных зерновых сушилок движется в направлении применения повторного использования отработавшего агента сушки, автоматизации и визуализации процесса сушки.

2. Составлена таблица, содержащая на сегодняшний день наиболее полные сведения о технико-экономических показателях передвижных зерносушилок, которой позволяет определить сушилки с наилучшими показателями: удельной металлоемкости RB 800 – 0,26 (т·ч) / пл. т; удельной стоимости Mestmar Серия S – 0,27 млн.руб/(пл. т·ч); удельного расхода теплоты Fratelli Pedrotti Серия Basic – 3,15 (МДж·ч) / кг. исп. вл.

3. Предложено ввести комплексный показатель совершенства конструкции сушилки, позволяющий упростить выбор зерносушилки потребителем. Для его расчета используется произведение удельного расхода теплоты и удельной металлоемкости. Наиболее эффективной является сушилка Fratelli Pedrotti Серия Large – 0,91 (МДж·т·ч) / (пл. т·кг.исп.вл);

#### Список используемой литературы

1. Волхонов М.С. О состоянии послеуборочной обработки зерна в Костромской области // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: материалы статей 70-й международной научно-практической конференции в трех томах. Караваево: Издательство «Костромская государственная сельскохозяйственная академия», 2019. С. 68-71.

2. Птицын С.Д. Зерносушилки. Москва: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1962.

3. Конвейерные зерносушилки: назначение, преимущества, особенности работы URL: <https://zernosushka.ru/konveernaya-sushilka> (дата обращения 29.06.2021).

4. Классификация зерносушилок, их принцип, устройства и назначение. URL:

<http://suplicio.ru/zernosushenie/165-52-classification-of-dryers.html#h3> (дата обращения 29.06.2021).

5. Информация о проведении конференции в г. Анапа Краснодарского края 11-15 июня 2012. URL:<http://www.drying-committee.ru/dl.php?f=203> (дата обращения 29.06.2021).

6. А.И. Бурков, Н.Л. Конышев, О.П. Рошин. Машины для послеуборочной обработки семян трав. НИИСХ Северо-Востока, 2003. С. 46-47.

7. Барабанная зерносушилка: характеристики, назначение, особенности работы. URL: <https://zernosushka.ru/barabannaya-sushilka> (дата обращения 29.06.2021).

8. Типы зерносушилок. Шахтные зерносушилки. URL: <https://agrosplus.ru/stati/tipyzernosushilok> (дата обращения 29.06.2021).

9. Шахтная сушилка: какие у неё минусы. URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5e82c672bb31c2679c6e7d8e/shahtnaia-sushilka-kakie-u-nee-minusy-5ea11be298c2d801bbb1952b> (дата обращения 29.06.2021).

10. Сравнительный анализ конструкций бункерных зерносушилок зарубежного и отечественного производства.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-konstruktsiy-bunkernykh-zernosushilok-zarubezhnogo-i-otechestvennogo-proizvodstva> (дата обращения 29.06.2021).

11. Достоинства и недостатки типов зерносушилок. URL: <https://smolensk.sdxpert.ru/news/project/dostoinstva-i-nedostatki-tipov-zernosushilok/> (дата обращения 29.06.2021).

12. Конвейерные зерносушилки: назначение, преимущества, особенности работы. URL:<https://zernosushka.ru/konveernaya-sushilka> (дата обращения 29.06.2021).

13. Колонковые зерносушилки: характеристики, назначение, особенности работы. URL: <https://zernosushka.ru/kolonkovaya-sushilka> (дата обращения 29.06.2021).

14. В.Я. Гольяпин Анализ технического уровня современных передвижных зерносушилок // Техника и оборудование для села № 5, 2018. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34996135> (дата обращения 29.06.2021).

15. Стандарты отрасли // Сушильные машины и установки сельскохозяйственного назначения //OCT 1010.1-2002



## References

1. Volkhonov M.S. O sostoyanii posleuborochnoy obrabotki zerna v Kostromskoy oblasti // Aktualnye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse: materialy statey 70-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v trekh tomakh. Karavaevo: Izdatelstvo «Kostromskaya gosudarstvennaya selskokhozyaystvennaya akademiya», 2019. S. 68-71
2. Ptitsyn S.D. Zernosushilki. Moskva: Gosudarstvennoe nauchno-tehnicheskoe izdatelstvo mashinostroitelnoy literatury, 1962. S. 3
3. Konveyernye zernosushilki: naznachenie, preimushchestva, osobennosti raboty URL: <https://zernosushka.ru/konveernaya-sushilka> (data obrashcheniya 29.06.2021).
4. Klassifikatsiya zernosushilok, ikh printsip, ustroystva i naznachenie. [URL://suplicio.ru/zernosushenie/165-52-classification-of-dryers.html#h3](http://suplicio.ru/zernosushenie/165-52-classification-of-dryers.html#h3) (data obrashcheniya 29.06.2021)
5. Informatsiya o provedenii konferentsii v g. Anapa Krasnodarskogo kraya 11-15 iyunya 2012. URL: <http://www.drying-committee.ru/> dl.php?f=203 (data obrashcheniya 29.06.2021).
6. A.I. Burkov, N.L. Konyshев, O.P. Roshchin. Mashiny dlya posleuborochnoy obrabotki semyan trav. NIISKh Severo-Vostoka, 2003. S. 46-47.
7. Barabannaya zernosushilka: kharakteristiki, naznachenie, osobennosti raboty. URL: <https://zernosushka.ru/barabannaya-sushilka> (data obrashcheniya 29.06.2021).
8. Tipy zernosushilok. Shakhtnye zerno sushilki. URL: <https://agrosplus.ru/stati/> tipyzernosushilok (data obrashcheniya 29.06.2021)
9. Shakhtnaya sushilka: kakie u nee minusy. URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5e82c672bb31c2679c6e7d8e/shahtnaia-sushilka-kakie-u-nee-minusy-5ea11be298c2d801bbb1952b> (data obrashcheniya 29.06.2021).
10. Sravnitelnyy analiz konstruktsiy bunkernykh zernosushilok zarubezhnogo i otechestvennogo proizvodstva. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-konstruktsiy-bunkernykh-zernosushilok-zarubezhnogo-i-otchestvennogo-proizvodstva> (data obrashcheniya 29.06.2021).
11. Dostoinstva i nedostatki tipov zernosushilok. URL: <https://smolensk.sdxpert.ru/news/project/dostoinstva-i-nedostatki-tipov-zernosushilok/> (data obrashcheniya 29.06.2021).
12. Konveyernye zernosushilki: naznachenie, preimushchestva, osobennosti raboty. URL: <https://zernosushka.ru/konveernaya-sushilka/> (data obrashcheniya 29.06.2021).
13. Kolonkovye zernosushilki: kharakteristiki, naznachenie, osobennosti raboty. URL: <https://zernosushka.ru/kolonkovaya-sushilka/> (data obrashcheniya 29.06.2021).
14. V.Ya. Goltyapin Analiz tekhnicheskogo urovnya sovremennoy peredvizhnykh zernosushilok // Tekhnika i oborudovanie dlya sela № 5, 2018. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34996135> (data obrashcheniya 29.06.2021).
15. Standarty otrasi // Sushilnye mashiny i ustanovki selskokhozyaystvennogo naznacheniya // OST 1010.1-2002.



## РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ КОРПУСА ТРАНСФОРМАТОРА

Лебедев В.Д., ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет;

Смирнов С.Ф., ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет;

Терентьев В.В., ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА

В работе отмечено, что в процессе эксплуатации трансформатора тока и напряжений он нагревается до 80°C, при этом часто происходит разрушение соединения стенки (днища) со стенкой цилиндра. В результате электроизолирующий материал не обеспечивает защиту от пробоя и трансформаторы выходят из строя. В работе предложены математические выражения для расчета давления на корпус трансформатора тока и напряжений, изготовленного из стеклотекстолита, вследствие нагрева электроизолирующего материала внутри корпуса при его работе. Получены выражения для расчета внутренних усилий, напряжений и перемещений в цилиндрической части и днище (стенке) корпуса трансформатора. Приведены эпюры моментов по длине цилиндрической части корпуса и высоте крышки корпуса. Получены зависимости напряжений в стенке от толщины стенки. Для повышения прочностных характеристик корпуса трансформатора предлагается на основании расчетных данных принять ряд конструкторских мер. Расчеты показали, что напряжения в корпусе трансформатора не превышают прочностных характеристик стеклотекстолита при толщине корпуса трансформатора 2,5 мм. Поэтому не требуется замена материала корпуса. Согласно полученным данным наиболее эффективной является толщина стенок и днища корпуса трансформатора, равная 2,5 мм. Это обеспечивает высокую прочность и гибкость элементов корпуса. Повышенная гибкость способствует компенсации теплового расширения электроизолирующего материала внутри корпуса трансформатора тока и напряжений. Однако для обеспечения целостности корпуса трансформатора при его эксплуатации и нагреве электроизолирующего материала внутри корпуса, необходимо усилить узел сопряжения днища с корпусом путем введения дополнительных связей в виде капроновых нитей. Полученные зависимости можно использовать для расчета трансформаторов аналогичной конструкции.

**Ключевые слова:** трансформатор тока и напряжений, изгибающий момент, прочность, продольная сила, давление, нормальное напряжение.

**Для цитирования:** Лебедев В.Д., Смирнов С.Ф., Терентьев В.В. Расчет механической надежности корпуса трансформатора // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3 (36). С. 63-69.

**Введение.** Современное сельскохозяйственное производство использует значительное количество электрической энергии. При этом в системах автоматики, защиты, сигнализации и учета электрической энергии используются различные преобразователи. Широкое распространение в настоящее время нашли трансформаторы тока и напряжения различного конструктивного исполнения. Данные устройства предназначены для измерения и масштабного преобразования силы тока (как переменного, так и постоянного) и напряжения, а также передачи результата масштабного преобразования в

различные измерительные приборы систем контроля, автоматики, сигнализации и т.д.

Однако широко используемые в настоящее время конструкции трансформаторов зачастую не отвечают современным требованиям по прочности и надежности, вследствие чего разработка новых конструкций трансформаторов с улучшенными характеристиками является актуальным научным направлением.

**Цель и задачи.** Целью работы является расчетное обоснование прочности корпуса трансформатора тока и напряжений с учетом температурных коэффициентов линейного расширения.

Основными задачами являются: получение математических выражений для расчета давления на корпус трансформатора электроизолирующего материала при его нагреве; а также выражений для расчета внутренних усилий, напряжений и перемещений в цилиндрической части и днище корпуса трансформатора; получение зависимостей напряжений в стенке и определение эффективной толщины стенки корпуса трансформатора.

ра, разработка предложений по увеличению прочности корпуса трансформатора на основе выполненных расчетов.

**Материалы и методы.** Кафедрой автоматического управления электроэнергетическими системами ИГЭУ с ООО НПО "ЦИТ" (г. Иваново) был разработан трансформатор тока и напряжения. Внешний вид трансформатора представлен на рис. 1.



Рисунок 1 – Внешний вид трансформатора

Корпус трансформатора (рис.1) состоит из цилиндрической оболочки, двух стенок (днищ) и стержня, соединенных с помощью клея. Внутри корпуса находятся первичные преобразователи тока и напряжений, залитые электроизолирующим материалом для защиты от электрического пробоя.

Размеры корпуса трансформатора следующие: внутренний диаметр:  $D_{bh}=79,7$  мм; толщина стеки цилиндра  $h_3= (2,49-2,72)$  мм; толщина стенки (днища)  $h_1=2,5$  мм; длина цилиндра  $l=66,0$  мм.

Корпус трансформатора (оболочка и днище) выполнен из стеклотекстолита с механическими свойствами [2]: модуль продольной упругости:  $E_t= 30$  ГПа; температурный коэффициент линейного расширения:  $\alpha_t=8 \cdot 10^{-6}$  1/с; относительная линейная деформация:  $\varepsilon_t=1$  %; прочность при разрыве по основе -  $R_{o, c}= 4000$  МПа прочность при

разрыве по утку –  $R_{y, p}=1600$  МПа; разрушающее напряжение при сжатии параллельно слоям: по основе  $-R_{o, c}= 125$  МПа; по утку –  $R_{y, y}= 100$  МПа; коэффициент Пуассона:  $v_m=0,3$ .

В качестве электроизолирующего материала применялся полиуретан со следующими механическими свойствами [3]: модуль продольной упругости  $E_p=6$  МПа; температурный коэффициент линейного расширения  $\alpha_p=26 \cdot 10^{-5}$  1/с; относительное удлинение  $\varepsilon_p=400$  %; коэффициент Пуассона  $v_p=0,4$ .

Как показала практика, при работе трансформатора вследствие выделения «Джоулева тепла» внутри корпуса возникают продольное  $p_1$  и радиальное  $p_3$  давления от нагрева электроизолирующего материала. Схема действия давлений внутри корпуса трансформатора представлена на рис. 2.

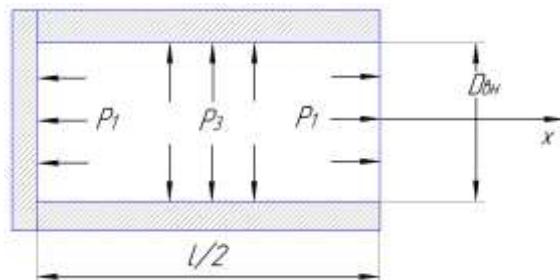


Рисунок 2 – Схема действия давлений в корпусе трансформатора

Опытная эксплуатация трансформатора показала, что при его работе он нагревается до 80°C и происходит разрушение соединения стенки (днища) со стенкой цилиндра. Поэтому возникла задача по определению механических напряжений в месте сопряжения днища с корпусом.

**Результаты.** Выражение для продольного давления  $p_1$  от нагрева полиуретана предложено определить по его модели, представленной на

рис.3, как защемленного стержня [4].

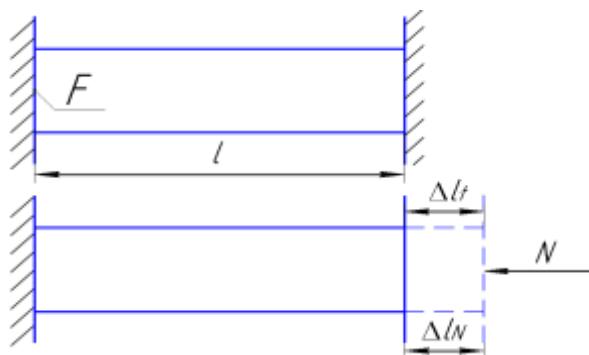
$$p_1 = E_n \cdot (\alpha_n - \alpha_t) \cdot \Delta t, \quad (1)$$

где  $E_n$  – модуль продольной упругости полиуретана, МПа;

$\alpha_n$  – температурный коэффициент линейного расширения полиуретана, 1/с;

$\alpha_t$  – температурный коэффициент линейного расширения текстолита, 1/с;

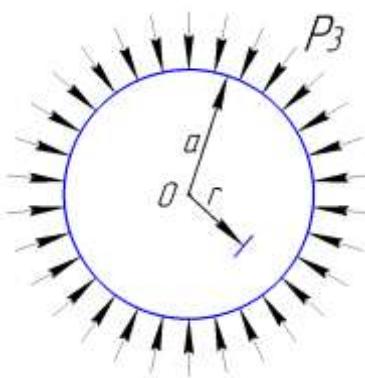
$\Delta t$  – изменение температуры нагрева трансформатора, 0°C.



**Рисунок 3 – Модель электроизолирующего материала (полиуретана) в корпусе трансформатора**

Рассматриваем полиуретан в виде сплошного цилиндра, находящегося под действием радиального давления  $p_3$ , действующего со сто-

роны цилиндрического корпуса вследствие его нагрева на  $\Delta t$ . Модельная схема для расчета давления  $p_3$  представлена на рис. 4



**Рисунок 4 – Схема действия радиального давления на полиуретан**

Исходя из представленной схемы, радиальное давление предлагается определять согласно выражению:

$$p_3 = \frac{E_n \cdot (\alpha_n - \alpha_e) \cdot \Delta t}{(1 - v_n)} = \frac{p_1}{1 - v_n}, \quad (2)$$

где  $v_n$  – коэффициент Пуассона для полиуретана.

В качестве модели цилиндрической части корпуса трансформатора принимаем модель

цилиндрической оболочки с внутренними усилиями (рис. 5)

При действии давлений в корпусе трансформатора, учитывая симметрию, возникают внутренние усилия в цилиндрической части и в стенке (днище). Схема внутренних усилий, возникающих в корпусе трансформатора, представлена на рис. 6.

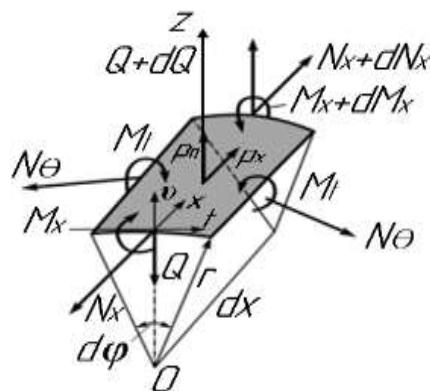


Рисунок 5 – Элемент цилиндрической части оболочки

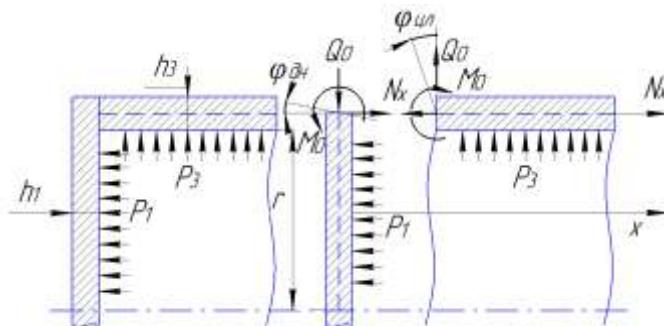


Рисунок 6 – Внутренние усилия в корпусе трансформатора

Из условия равновесия полусечения продольная сила в оболочке составляет  $N_1 = \pi \cdot R^2 \cdot p_1$ . Продольная сила, приходящаяся на метр длины  $N_x = N_1 / 2 \cdot \pi \cdot R$ , откуда получаем:

$$N_x = \frac{p_1 \cdot R}{2}, \quad (3)$$

где  $R$  – радиус оболочки, м.

Нормальные перемещения  $\omega$  в цилиндрической части корпуса находятся из решения неоднородного дифференциального уравнения [5]:

$$\frac{\partial^4 \omega}{\partial x^4} + 4 \cdot \beta_{\text{ц}}^4 \omega = \frac{p_3}{D_{\text{ц}}} - \frac{v_t N_x}{D_{\text{ц}} R} \quad (4)$$

$$\text{где } \beta_{\text{ц}} = \sqrt[4]{\frac{3 \cdot (1 - v_t^2)}{R^2 \cdot h_t^2}},$$

$$D_{\text{ц}} = \frac{E_t \cdot h_t^3}{12 \cdot (1 - v_t^2)} - \text{цилиндрическая жесткость.}$$

Решение неоднородного уравнения (4) представим в виде суммы общего решения  $\omega_0$  однородного уравнения:

$$\frac{\partial^4 \omega}{\partial x^4} + 4 \cdot \beta_{\text{ц}}^4 \omega_0 = 0 \quad (5)$$

и частного решения  $\omega^*$ , т.е.  $\omega = \omega_0 + \omega^*$ . (6)

Решение однородного уравнения имеет вид [4]:

$$\omega_0 = e^{\beta_{\text{ц}} x} \cdot (C_1 \cdot \cos \beta_{\text{ц}} x + C_2 \cdot \sin \beta_{\text{ц}} x) + e^{-\beta_{\text{ц}} x} \cdot (C_3 \cdot \cos \beta_{\text{ц}} x + C_4 \cdot \sin \beta_{\text{ц}} x) \quad (7)$$

$C_1$  и  $C_2$  принимаем равными нулю, т.к при  $x=0$  силы производят местный изгиб, быстро убывающий до нуля при удалении от торца. Считаем оболочку длинной, т.к. выполняется условие  $l \geq 2,5 \cdot \sqrt{R \cdot h}$  [6].

Из уравнения деформаций для цилиндрической оболочки для осесимметричной нагрузки [6]:

$$\frac{\omega^*}{R} = \frac{N_{\theta} \cdot v_t \cdot N_x}{E_t \cdot h_n} \quad (8)$$

следовательно,

$$\omega^* = \frac{R^2 \cdot p_1}{E_t \cdot h_t} \cdot \left( \frac{1}{1 - v_t} - \frac{v_t}{2} \right) \quad (9)$$

Постоянные  $C_3$  и  $C_4$  можно определить из уравнений для усилий при  $x=0$  из условий [5]:

$$\left. \begin{aligned} (M_x)_{x=0} &= D_{\text{ц}} \left( \frac{d^2 \omega}{dx^2} \right)_{x=0} = M_0; \\ (Q_x)_{x=0} &= \left( \frac{dM_x}{dx} \right)_{x=0} = D_{\text{ц}} \left( \frac{d^3 \omega}{dx^3} \right)_{x=0} = Q_0 \end{aligned} \right\}, \quad (10)$$



где  $M_0$  и  $Q_0$  – изгибающий и момент и поперечная сила при  $x=0$ .

Решая систему уравнений (10), получаем:

$$C_3 = \frac{1}{\beta_{\pi}^2 \cdot D_{\pi}} \cdot (Q_0 + \beta_{\pi} \cdot M_0); \quad C_4 = -\frac{M_0}{2\beta_{\pi}^2 \cdot D_{\pi}};$$

$$\omega_0 = \frac{e^{-\beta_{\pi} x}}{2\beta_{\pi}^2 \cdot D_{\pi}} \left( \beta_{\pi} \cdot M_0 \left( \sin \beta_{\pi} x - \cos \beta_{\pi} x \right) + Q_0 \cdot \cos \beta_{\pi} x \right)$$

Угол поворота в цилиндре определяем из уравнения теории упругости [4]:

$$\varphi_{\pi} = \left( \frac{d\omega}{dx} \right) = -\frac{M_0}{D_{\pi} \cdot \beta_{\pi}} e^{-\beta_{\pi} x} \cos \beta_{\pi} x - \frac{Q_0 \cdot e^{-\beta_{\pi} x}}{2\beta_{\pi}^2 \cdot D_{\pi}} \left( \cos \beta_{\pi} x + \sin \beta_{\pi} x \right). \quad (11)$$

Прогиб днища определится по формуле:

$$\omega_{dn} = C_1 + C_2 \frac{p_1 \cdot r^4}{64 \cdot D_{dn}}, \quad (12)$$

где  $D_{dn} = \frac{E_{\pi} \cdot h_1^3}{12 \cdot (1 - v_{\pi}^2)}$  – цилиндрическая жесткость днища.

Угол поворота срединной плоскости днища определим из выражения:

$$\varphi_{dn} = \frac{d\omega}{dr} = 2 \cdot C_2 \cdot r - \frac{p_1 \cdot r^3}{16 \cdot D_{dn}}. \quad (13)$$

Из уравнения равновесия для пластины (днища) определяем радиальный изгибающий момент [5]

$$M_r = -D_{dn} \left( \frac{d^2 \omega_{dn}}{dr^2} + \frac{v_{\pi}}{r} \cdot \frac{d\omega_{dn}}{dr} \right) =$$

$$= -D_{dn} \left( \frac{d\varphi_{dn}}{dr} + \frac{v_{\pi}}{r} \varphi_{dn} \right). \quad (14)$$

Определим  $C_2$  из условия: при  $r=R$  радиальный изгибающий момент  $M_r=M_0$  в точке О пересечения срединных поверхностей пластины и цилиндра:

$$C_2 = -\frac{M_0}{2 \cdot D_{dn} \cdot (1 + v_{\pi})} + \frac{p_1 \cdot R^2}{32 \cdot D_{dn}} \cdot \frac{(3 + v_{\pi})}{(1 + v_{\pi})}. \quad (15)$$

Взаимное линейное перемещение точки пересечения срединных поверхностей О как точки сопряжения днища и цилиндра равно нулю, следовательно:

$$C_1 = \frac{M_0 \cdot R^2}{2 \cdot D_{dn} \cdot (1 + v_{\pi})} - \frac{p_1 \cdot R^4}{64 \cdot D_{dn}} \cdot \frac{(5 + v_{\pi})}{(1 + v_{\pi})}. \quad (16)$$

Угол поворота срединной плоскости днища:

$$\varphi_{dn}(r) = -\frac{M_0 \cdot r}{D_{dn} \cdot (1 + v_{\pi})} + \frac{p_1 \cdot R^2 \cdot r \cdot (3 + v_{\pi})}{16 \cdot D_{dn} \cdot (1 + v_{\pi})} - \frac{p_1 \cdot r^3}{16 \cdot D_{dn}}. \quad (17)$$

Угол поворота срединной плоскости днища при  $r=R$ :

$$\varphi_{dn} = -\frac{M_0 \cdot R}{D_{dn} \cdot (1 + v_{\pi})} + \frac{p_1 \cdot R^3}{8 \cdot D_{dn}} \cdot \frac{1}{(1 + v_{\pi})}. \quad (18)$$

Для определения силовых факторов  $Q_0$  и  $M_0$  используем условия совместной деформации цилиндра и днища при  $x=0$ , пренебрегая радиальной составляющей перемещения днища: 1)  $\omega=0$ ; 2)  $\varphi_{dn} = -\varphi_{\pi}$  (момент в пластине  $M_0$  направлен противоположно моменту в цилиндре (рис. 6):

$$\left. \begin{aligned} \frac{M_0}{2 \cdot D_{\pi} \cdot \beta_{\pi}^2} + \frac{Q_0}{2 \cdot D_{\pi} \cdot \beta_{\pi}^2} + \frac{p_1 \cdot R^2}{E_{\pi} \cdot h_3} \left( \frac{1}{1 - v_{\pi}} - \frac{v_{\pi}}{2} \right) = 0; \\ -\frac{M_0}{D_{\pi} \cdot \beta_{\pi}} - \frac{Q_0}{2 \cdot D_{\pi} \cdot \beta_{\pi}} = \frac{M_0 \cdot R}{D_{dn} \cdot (1 + v_{\pi})} - \frac{p_1 \cdot R^3}{8 \cdot D_{dn} \cdot (1 + v_{\pi})} \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

Решая систему, получим выражения для усилий:

$$M_0 = \frac{\frac{p_1 \cdot R^5}{4 \cdot D_{dn} \cdot (1 + v_{\pi})} + \frac{p_1 \cdot R^2}{E_{\pi} \cdot h_3} \left( \frac{1}{1 - v_{\pi}} - \frac{v_{\pi}}{2} \right) \cdot 2 \cdot \beta_{\pi}}{\frac{1}{D_{\pi} \cdot \beta_{\pi}} + \frac{2 \cdot R}{D_{dn} \cdot (1 + v_{\pi})}}. \quad (20)$$

$$Q_0 = -M_0 \cdot \beta_{\pi} - \frac{p_1 \cdot R^2}{E_{\pi} \cdot h_3} \left( \frac{1}{1 - v_{\pi}} - \frac{v_{\pi}}{2} \right) 2 \cdot D_{\pi} \cdot \beta_{\pi}^2. \quad (21)$$

Таким образом, зная усилия и моменты  $Q_0$ ,  $M_0$ , уравнение угла поворота днища  $\varphi_{dn}$ , можно получить напряжения в корпусе.

Для цилиндрической части корпуса напряжения и усилия [5]:

$$\sigma_x^{\max} = \frac{N_x}{h_3} \pm \frac{6 \cdot M_x}{h_3^2}; \quad (22)$$

$$\sigma_{\theta}^{\max} = \frac{N_{\theta}}{h_3} \pm \frac{6 \cdot M_{\theta}}{h_3^2}; \quad (23)$$

$$M_x = D_{\pi} \cdot \frac{d^2 \omega}{dx^2}; \quad (24)$$

$$M_{\theta} = v_{\pi} \cdot D_{\pi} \frac{d^2 \omega}{dx^2}; \quad (25)$$

$$N_{\theta} = v_{\pi} \cdot N_x \pm \frac{E_{\pi} \cdot h_3 \cdot \omega}{R}; \quad (26)$$

$$N_x = \frac{p_1 \cdot R}{2}. \quad (27)$$

Для стенки [4]:

$$\sigma_r^{\max} = \frac{6 \cdot M_r}{h_1^2}; \quad (28)$$

$$\sigma_{\theta}^{\max} = \frac{6 \cdot M_{\theta}}{h_1^2}, \quad (29)$$

$$\text{где } M_r = -D_{dn} \left( \frac{d\varphi_{dn}}{dr} + \frac{v_{\pi}}{r} \cdot \varphi \right);$$

$$M_{\theta} = -D_{dn} \left( v_{\pi} \cdot \frac{d\varphi_{dn}}{dr} + \frac{\varphi}{r} \right).$$

Получаем выражение для определения прогиба плоскости днища:

$$\begin{aligned} \omega_{dn} = & \frac{-M_0 \cdot (R^2 + r^2)}{2 \cdot D_{dn} \cdot (1 + v_{\pi})} - \frac{p_1 \cdot R^4 \cdot (5 + v_{\pi})}{64 \cdot D_{dn} \cdot (1 + v_{\pi})} + \\ & + \frac{p_1 \cdot R^2 \cdot r^2 \cdot (3 + v_{\pi})}{32 \cdot D_{dn} \cdot (1 + v_{\pi})} - \frac{p_1 \cdot r^4}{64 \cdot D_{dn}} \end{aligned} \quad (30)$$



Для расчета усилий, моментов и напряжений, принимаем средние значения:  $h_1=2,5\text{мм}$ ,  $h_3=2,6\text{мм}$ ,  $R=4\text{см}$ ,  $\Delta t=80^\circ\text{C}$ .

Усилия по вышеуказанным выражениям:  $M_0=22,21\text{ Н}\cdot\text{м}/\text{м}$ ,  $Q_0=-3412\text{ Н}/\text{м}$ ,  $p_1=0,12\text{ МПа}$ ,

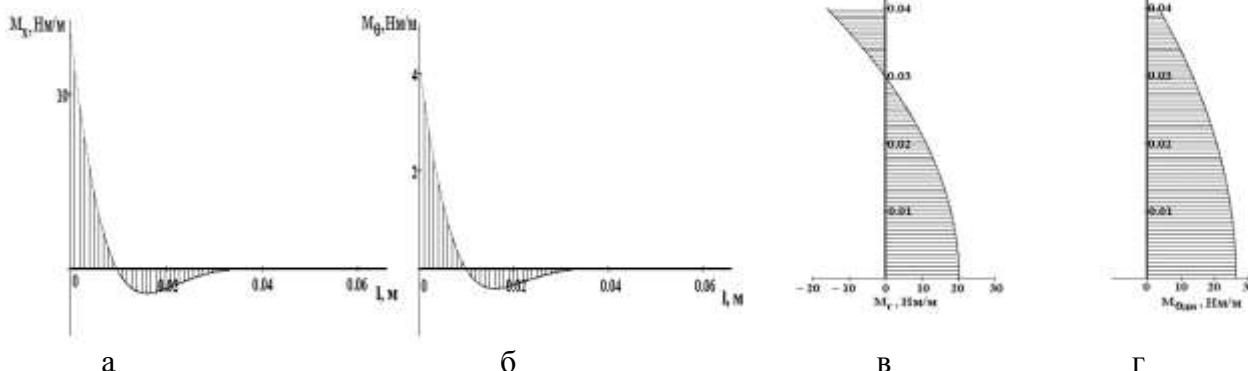


Рисунок 7 - Эпюры действующих моментов  $M_x$ ,  $M_0$  в цилиндре (а, б),  $M_r$  и  $M_{0, dn}$  по высоте днища (в, г)

Наряду с прочностью толщина днища должна обладать достаточной гибкостью с целью компенсации давления от теплового расширения полиуретана.

Для исследования влияния толщины стенки на ее прочность с целью создания более гибкой стенки при действии давления от нагрева полиуретана были приведены расчеты напряжений в стенке при возможном изменении её толщины в пределах от 2,5 до 5,5 мм.

Результаты расчетных напряжений приведены на рисунке 8. Из полученных данных сле-

дует, что при увеличении толщины стенки напряжения в ней уменьшаются. При толщине 2,5 мм напряжения намного меньше расчетных сопротивлений стеклотекстолита, поэтому прочность корпуса обеспечивается.

Следовательно, разрушение соединения стенки (днища) с корпусом цилиндра происходит не по материалу стеклотекстолита, а по kleевому соединению. Для обеспечения прочности соединения было рассмотрено их соединение с помощью капроновых (полиамидных) ниток [6].

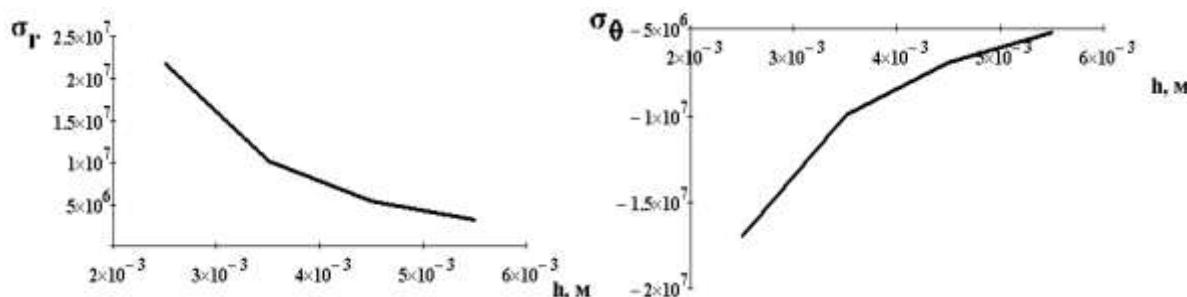


Рисунок 8 – Зависимости напряжений в стенке от толщины стенки

Было проведено определение окружного усилия  $N_\theta$  в цилиндре по безмоментной теории оболочек [5] при действии радиального давления  $p_3=0,2\text{ МПа}$  и нормального перемещения  $\omega$  в сечении сопряжения стенки с цилиндрической частью корпуса:  $N_\theta=R\cdot p_3=8000\text{Н}/\text{м}$ ;

$\omega=N_\theta\cdot\frac{R}{E\cdot h}=42\cdot10^{-8}\text{ м}$ . Столь малое перемещение  $\omega$  показывает, что решающий вклад на разрушение соединения стенки с корпусом оказывает осевое давление  $p_1$ , усилие от которого  $N=p_1\pi R^2=603\text{ Н}$ . Для обеспечения прочного со-

единения стенки с цилиндрическим корпусом необходимо подобрать количество связей (ниток). Для равномерного соединения по периметру стенки можно использовать полиамидные нити 29x2x2 [7] с нагрузкой на разрыв мокрой нити  $F_p=5\text{кгс}=49\text{ Н}$  для неблагоприятных условий. Допустимую нагрузку  $F_{adm}$  с вероятностью 0,95 можно определить из формулы  $F_{adm}=F_p(1-1,64C)$ , где  $C$  – коэффициент вариации нагрузки [8]. Для капроновых (полиамидных) ниток  $C=0,08$  [6] и  $F_{adm}=42,6\text{ Н}$ . Следовательно, для обеспечения прочности соединения стенки с

корпусом цилиндра минимальное количество нитей  $n_{min} = (N/F_{adm}) = 14$ . На рисунке 9 показано соединение стенки с корпусом цилиндра капроновыми нитями с большим количеством  $n >$

$n_{min}$ , обеспечивающих надежность и герметичность соединения от электрического пробоя трансформатора.



**Рисунок 9 – Внешний вид соединения стенки с корпусом цилиндра трансформатора**

**Выводы.** Расчеты показали, что напряжения в корпусе трансформатора не превышают прочностных характеристик стеклотекстолита при толщине стенок и цилиндрической части корпуса равной, 2,5 мм. Для обеспечения целостности корпуса трансформатора при нагреве электроизолирующего материала во время эксплуатации предложено усилить узел сопряжения стенки с корпусом путем введения дополнительных связей в виде капроновых нитей и предложен расчет минимального количества этих связей.

Полученные данные можно использовать при расчете различных трансформаторов тока и напряжений аналогичной конструкции.

#### Список используемой литературы

1. URL: <https://all-prbors.ru/opisanie/70302-18-transformatory-toka-i-napryazheniya-kombinirovannye-tsifrovye-transformatory-toka-i-napryazheniya-kombinirovannye-tsifrovye> (дата обращения 25.05.2021).
2. ГОСТ 10292-74 Стеклотекстолит конструкционный. Технические условия. М.: ИПК «Издательство стандартов», 2005.
3. Справочник химика (свойства полиуретана). URL: <https://www.chem21.info/page/202130051012178194083156142042217023129231244177/> (дата обращения 25.05.2021).
4. Варданян Г.С., Андреев В.И., Атаров Н.М., Горшков А.А. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности: Учебник. 2-е изд., испр. и доп. М.: «ИНФРА-М», 2014.
5. Амосов А.А. Техническая теория тонких упругих оболочек. М.: Издательство «ACB», 2009.
6. ГОСТ 15897-97 Нить полиамидная для технических тканей. Технические условия. М.: ИПК «Издательство стандартов», 1998.
7. URL: <https://100setok.ru/novosti/tablitsa-kharakteristik-poliamidnykh-nitok.html> (дата обращения 25.05.2021).
8. Rayzer V.D. Teoriya nadezhnosti sooruzheniy. M.: Izdatelstvo «Assotsiatsii stroitelnykh vuzov», 2010.

ИПК «Издательство стандартов», 1998.

7. URL: <https://100setok.ru/novosti/tablitsa-kharakteristik-poliamidnykh-nitok.html> (дата обращения 25.05.2021).

8. Райзер В.Д. Теория надежности сооружений. М.: Издательство «Ассоциации строительных вузов», 2010.

#### References

1. URL: <https://all-prbors.ru/opisanie/70302-18-transformatory-toka-i-napryazheniya-kombinirovannye-tsifrovye-transformatory-toka-i-napryazheniya-kombinirovannye-tsifrovye> (data obrashcheniya 25.05.2021).
2. ГОСТ 10292-74 Steklotekstolit konstruktsionnyy. Tekhnicheskie usloviya. M.: IPK «Izdatelstvo standartov», 2005.
3. Spravochnik khimika (svoystva poliuretana). URL: <https://www.chem21.info/page/202130051012178194083156142042217023129231244177/> (data obrashcheniya 25.05.2021).
4. Vardanyan G.S., Andreev V.I., Atarov N.M., Gorshkov A.A. Soprotivlenie materialov s osnovami teorii uprugosti i plastichnosti: Uchebnik. 2-e izd., ispr. i dop. M.: «INFRA-M», 2014.
5. Amosov A.A. Tekhnicheskaya teoriya tonkikh uprugikh obolochek. M.: Izdatelstvo «ASV», 2009.
6. GOST 15897-97 Nit poliamidnaya dlya tekhnicheskikh tkaney. Tekhnicheskie usloviya. M.: IPK «Izdatelstvo standartov», 1998.
7. URL: <https://100setok.ru/novosti/tablitsa-kharakteristik-poliamidnykh-nitok.html> (data obrashcheniya 25.05.2021).
8. Rayzer V.D. Teoriya nadezhnosti sooruzheniy. M.: Izdatelstvo «Assotsiatsii stroitelnykh vuzov», 2010.



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ КОРПУСА ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

Николаев В.А., ФГБОУ ВО Ярославский технический университет

Основным недостатком зерноочистительных машин с прямоугольными решётами является ограниченная пропускная способность, обусловленная логическим противоречием. Оно заключается в том, что по мере прохода сквозь решето количество очищаемого материала на решете уменьшается, а ширина решета остаётся неизменной. При этом значительная часть решета работает неэффективно, так как только часть его поверхности покрыта очищаемым материалом. Чтобы преодолеть этот недостаток, предложена высокопроизводительная полуавтоматическая зерноочистительная машина с решётами, представляющими, в совокупности, перевёрнутый усечённый конус, совершающий вертикальные колебания. Корпус полуавтоматической зерноочистительной машины вращается. В начале работы оператор в зависимости от состава зернового вороха оператор на блоке управления и сигнализации включает режим автоматической настройки зерноочистительной машины. Во время сепарации осуществляется автоматическое регулирование воздушного потока. Поток зернового вороха на очистку поддерживается автоматически. Для очистки решёт от застрявших в отверстиях зерновок без применения дополнительных устройств должна быть достаточная сила воздействия на зерновку в момент изменения направления движения решёт в нижнем положении. Для очистки решета от застрявших в отверстиях зерновок должна быть достаточная сила воздействия на зерновку в момент изменения направления движения решёт в нижнем положении. Так как сила инерции зерновки в момент изменения направления движения решета в нижнем положении на порядок больше силы тяжести, в момент изменения направления движения решёт в нижнем положении зерновки, которые застряли в отверстиях решёт, будут из них удалены. С целью обеспечения рациональной сепарации зернового вороха следует определить угловую скорость корпуса полуавтоматической зерноочистительной машины. В результате расчётов определена угловая скорость корпуса полуавтоматической зерноочистительной машины.

**Ключевые слова:** зерноочистительная машина, перевёрнутый усечённый конус, вертикально колеблющееся решето, взаимодействие зерновки с решетом, сила воздействия на зерновку, угловая скорость.

**Для цитирования:** Николаев В.А. Определение угловой скорости корпуса полуавтоматической зерноочистительной машины // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3 (36). С. 70-75.

**Введение.** Большая часть зерноочистительных машин оснащена прямоугольными решётами. Основным недостатком этих зерноочистительных машин является ограниченная пропускная способность, обусловленная логическим противоречием. Оно заключается в том, что количество очищаемого материала на решете уменьшается, а ширина решета остаётся неизменной. Чтобы преодолеть этот недостаток, предложена высокопроизводительная по-

луавтоматическая зерноочистительная машина с решётами, представляющими, в совокупности, перевёрнутый усечённый конус, совершающий вертикальные колебания [1, с. 1-20].

В зерноочистительной машине концентрически установлены три решета: решето малых примесей, решето ущербных зёрен, решето целых зёрен. В начале работы оператор в зависимости от состава зернового вороха оператор на блоке управления и сигнализации включает



режим автоматической настройки зерноочистительной машины. После настройки зерноочистительная машина начинает сепарацию зернового вороха (рисунок 1). Во время сепарации осуществляется автоматическое регулирование воздушного потока. Очищенный от лёгких примесей зерновой ворох попадает на периферию поверхности решета малых примесей, с неё

– на решето ущербных зёрен, затем на решето целых зёрен. При этом остаток решёт совместно с решетом малых примесей, решетом ущербных зёрен, решетом целых зёрен совершает вертикальные колебательные движения, перемещаясь по шлицам стойки опорных роликов. Поток зернового вороха на очистку поддерживается автоматически (рисунок 1).

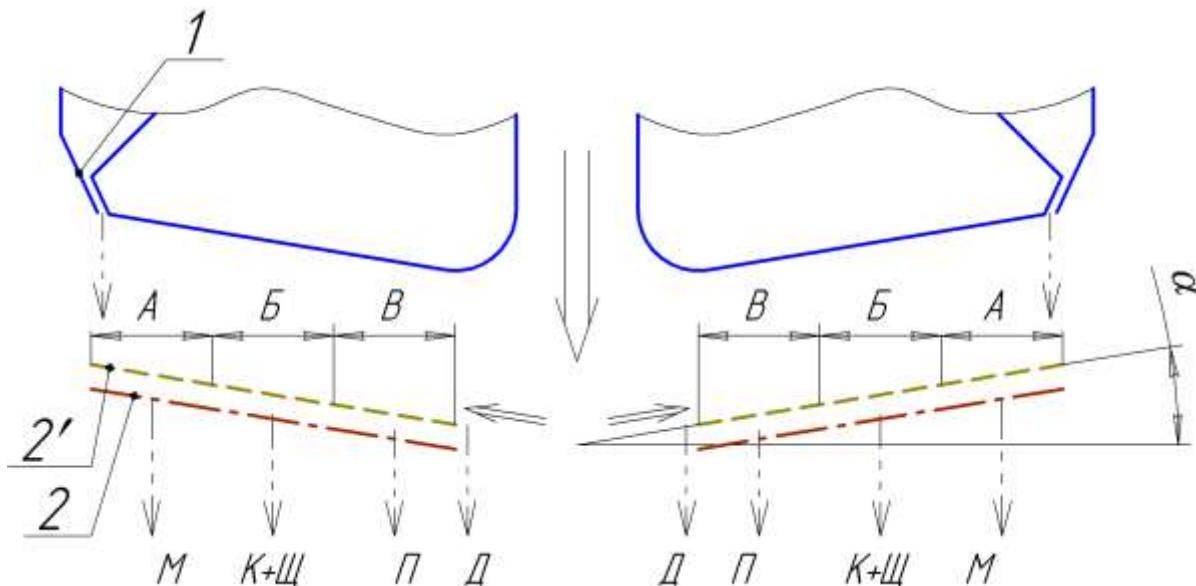


Рисунок 1 – Схема сепарации зернового вороха в сортировальной машине с вертикально перемещающимися решётами:

1 – бункер; 2 – решёта (в нижнем положении), 2' – решёта (в верхнем положении);  $\Rightarrow$  поток воздуха;  $\rightarrow$  поток зернового вороха и фракций; А – решето с прямоугольными отверстиями для отделения малых примесей; Б – решето с круглыми отверстиями для отделения колотого и щуплого зерна; В – решето с прямоугольными отверстиями для отделения полновесного зерна

Решето с прямоугольными отверстиями отделяет малые примеси «М», решето с круглыми отверстиями отделяет колотое и щуплое зерно «К+Щ», и решето с прямоугольными отверстиями отделяет полновесное зерно «II». Длинные и крупные примеси «Д» идут с решета сходом. Малые примеси проникают сквозь решето малых примесей и попадают на транспортёры малых и лёгких примесей. Колотое и щуплое зерно проникает сквозь решето ущербных зёрен и попадает на транспортёры ущербных зёрен. Целое зерно проникает сквозь решето целых зёрен и попадает на транспортёры целых зёрен. Крупные примеси сходят с решета целых зёрен в лоток крупных примесей и попадают на транспортёр крупных примесей, затем на конвейер примесей.

Для обоснования параметров полуавтоматической зерноочистительной машины следовало про-

анализировать взаимодействия зерновки с вертикально колеблющимся решетом. В результате анализа взаимодействия зерновки с вертикально колеблющимся решетом [2, с. 92-102] выявлены, в частности, параметры траектории зерновки после первого касания решета полуавтоматической зерноочистительной машины [3, с. 71-76]. На основе анализа траектории зерновки определены требования к кинематическим параметрам колебания решёт. Так как кинематику колебаний решёт определяет профиль дорожки, на которую они опираются посредством роликов нижних [1, с. 1-20], определён профиль этой дорожки [4, с. 64-70]. В результате расчётов определены параметры колебаний решёт: оптимальное время подъёма решёт с постоянной скоростью, время замедления решёт при подходе к верхней точке траектории, время ускорения решёт при движении в нижнее положе-

ние, время перемещения решёт в нижнее положение с постоянным ускорением. Исходя из кинематики колебания решёт, предварительный расчётный период их колебания составил 0,194 с.

Кинематические параметры колебания решёт должны быть увязаны с динамическими параметрами. Так, для очистки решёт от застрявших в отверстиях зерновок без применения дополнительных устройств должна быть достаточная сила воздействия на зерновку в момент изменения направления движения решёт в нижнем положении. Корпус полуавтоматической зерноочистительной машины вращается. Для обеспечения рациональной сепарации зернового вороха следует определить его угловую скорость.

**Цель исследования.** Целью исследования

является выявление силы воздействия на зерновку в момент изменения направления движения решёт в нижнем положении и определение угловой скорости корпуса полуавтоматической зерноочистительной машины.

**Метод исследования.** Анализ взаимодействия зерновки с вертикально колеблющимся решетом.

**Результаты исследования.** Для очистки решета от застрявших в отверстиях зерновок должна быть достаточная сила воздействия на зерновку в момент изменения направления движения решёт в нижнем положении. Зерновка застрянет в прямоугольном отверстии решета, если её толщина близка к ширине отверстия, а в круглом – если её ширина близка к диаметру отверстия (рисунок 2).

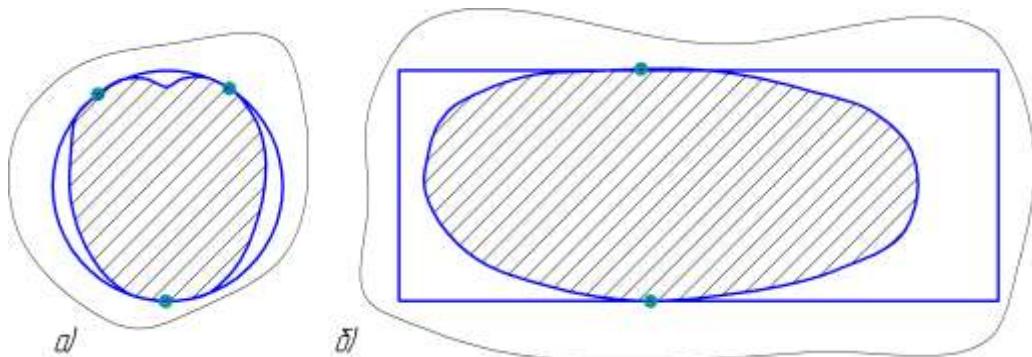


Рисунок 2 – Схема зерновки, застрявшей в отверстии решета:  
а) круглом; б) прямоугольном

Зерновка, застрявшая в прямоугольном отверстии, имеет с кромками отверстия решета два точечных контакта (рисунок 2, б). Зерновка, застрявшая в круглом отверстии (рисунок 2, а), имеет с кромками отверстия решета обычно три точечных контакта, переходящих в линейные контакты. Поэтому для извлечения зерновки, застрявшей в круглом отверстии, в среднем необходима большая сила.

Чтобы зерновка, застрявшая в отверстии решета, вылетела из него в момент изменения направления перемещения решета в нижнем положении, необходима достаточная суммарная сила  $F_{\Sigma \text{нз}}$ . При этом силу  $G$  тяжести зерновки в момент изменения направления движения решета в нижнем положении следует складывать с силой  $F_{j \text{з н}}$  её инерции:

$$F_{\Sigma \text{нз}} = F_{j \text{з н}} + G. \quad (1)$$

Сила инерции зерновки в момент изменения на-

правления движения решета в нижнем положении

$$F_{j \text{з н}} = a_{\text{н}} m = \frac{m(v_{\text{п н н}} + v_{\text{н р в}})}{\tau_{\text{н}}}. \quad (2)$$

Форма решёт – усечённые конусы – придаёт решётам необходимую пространственную жёсткость. Если бы решёта были идеально жёсткими, то сила инерции увеличилась бы до бесконечности. Но они соединены с остовом решёт только по краям. Поэтому решёта не являются идеально жёсткими. Они в момент изменения направления перемещения в нижнем положении частично прогибаются от воздействия силы инерции. Частичный прогиб решёт способствует выпадению застрявших зерновок из отверстий.

Скорость решета в нижнем положении при его опускании  $v_{\text{п н н}} = 0,804 \text{ м/с}$  [4, с. 64-70]. Затем оно начинает подниматься вверх с постоянной скоростью  $v_{\text{н р в}} = 0,17 \text{ м/с}$ . Время  $\tau_{\text{н}}$  изменения направления движения зерновок в



нижнем положении решёт неизвестно. Оно близко к нулю, но не равно нулю. Его можно определить из условия прочности осей роликов.

Расчётное касательное напряжение среза  $\tau_{cp}$  в осях роликов не должно быть больше допускаемого касательного напряжения:  $\tau_{cp} \leq [\tau]$ .

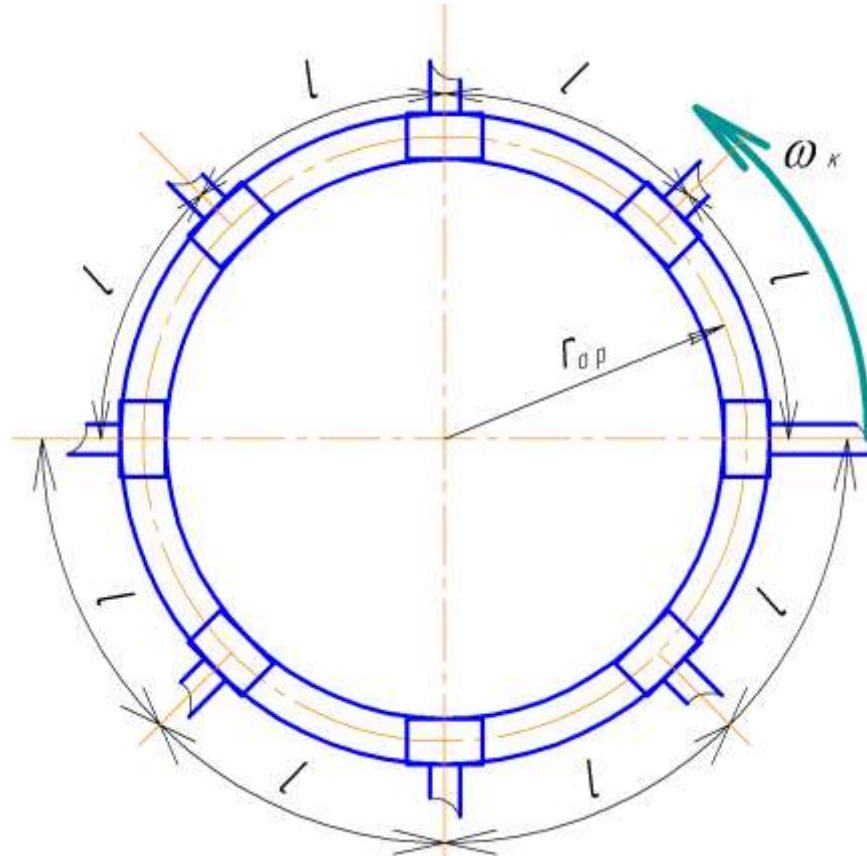


Рисунок 3 – Схема расположения роликов в проекции на горизонтальную плоскость, вид снизу

Суммарная сила  $F_{\Sigma H}$  действует на восемь роликов (рисунок 3), а диаметр оси ролика из конструктивной компоновки  $d = 10 \text{ мм}$ . Расчётное касательное напряжение среза

$$\tau_{cp} = \frac{F_{\Sigma H}}{8A};$$

$$\text{площадь среза } A = \frac{\pi d^2}{4};$$

$$\text{отсюда } \tau_{cp} = \frac{F_{\Sigma H}}{2\pi d^2}.$$

Предположим, что допускаемое касательное напряжение термически обработанной стали с учетом пульсирующей нагрузки, близкой к ударной,  $[\tau] = 100 \text{ МПа}$ , а  $\tau_{cp} = [\tau]$ . Тогда суммарная сила, действующая на решётку, когда оно в нижнем положении,

$$F_{\Sigma H} \leq 2\pi d^2 [\tau];$$

$$F_{\Sigma H} \leq 2 \cdot 3,14 \cdot 10^2 \cdot 100 = 62800 \text{ Н.}$$

Эта сила равна сумме силы тяжести решётки с

остовом решётки, силы тяжести зерна на решётке, силы инерции решётки с остовом решётки и силы инерции зерна на решётке. Так как угол наклона образующей конических решёток небольшой, массу решётки ориентировочно определим, исходя из объёма диска:

$$m_p = k_p b \frac{\pi}{4} (D_p^2 - d_p^2) \gamma, \quad (3)$$

где  $k_p$  – коэффициент, учитывающий влияние отверстий на уменьшение массы, примем  $k_p = 0,5$ ;  $b$  – толщина решётки,  $b = 1 \text{ мм}$ ;  $D$  – наружный диаметр решётки  $A$  (см. рисунок 2),  $D = 2 \text{ м}$ ;  $d$  – внутренний диаметр решётки  $B$ ,  $d = 0,3 \text{ м}$ ;  $\gamma$  – объёмная масса стали,  $\gamma = 7800 \text{ кг/м}^3$ . Масса решётки (3)

$$m_p = 0,5 \cdot 0,001 \cdot \frac{3,14}{4} (2^2 - 0,3^2) \cdot 7800 \approx 12 \text{ кг.}$$

Масса остова решётки из конструктивной компоновки около 50 кг [5, с. 178-183]. Сила тяжести решётки и остова решётки  $G_{p+o} = 620 \text{ Н.}$



Допустим, зерновой ворох расположен на решётах слоем толщиной  $b_{3B} = 3 \text{ мм}$  [5, с. 178-183]. Размеры зерновки тритикале «Торнадо»  $2 \times 3 \times 8 \text{ мм}$ . Объём одной зерновки без учёта несовершенства формы

$$V_3 = 2 \times 3 \times 8 = 48 \text{ мм}^3 = 0,048 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Объём зернового вороха на решете без учёта скважности

$$V_{3B} = b_{3B} \frac{\pi}{4} (D_p^2 - d_p^2);$$

$$V_{3B} = 0,003 \cdot \frac{3,14}{4} (2^2 - 0,3^2) = 9,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Ориентировочное количество зерновок на решете

$$n_3 = \frac{V_{3B}}{V_3}; n_3 = \frac{9200 \cdot 10^{-6}}{0,048 \cdot 10^{-6}} = 191666 \text{ шт.}$$

Ориентировочная масса зернового вороха

$$m_{3B} = n_3 m,$$

где  $m$  – масса зерновки, у тритикале  $m \approx 3 \cdot 10^{-5} \text{ кг.}$

$$m_{3B} = 191666 \cdot 3 \cdot 10^{-5} = 5,75 \text{ кг.}$$

Сила тяжести зернового вороха на решете

$$G_{3B} = 9,8 m_{3B}; G_{3B} = 9,8 \cdot 5,75 \approx 56 \text{ Н.}$$

Общая сила тяжести  $G_{3B} = G_{p+o} + G_{3B};$

$$G_{3B} = 620 + 56 = 676 \text{ Н.}$$

Допустимая суммарная сила инерции

$$F_{\Sigma j_{3B}} = F_{\Sigma H} - G_{3B};$$

$$F_{\Sigma j_{3B}} = 62800 - 676 = 62124 \text{ Н.}$$

Доля допустимой суммарной силы  $F_{\Sigma j_{3B}}$  инерции зерновок пропорциональна доле силы тяжести зернового вороха на решете:

$$F_{\Sigma j_{3B}} = F_{\Sigma j_{3B}} \frac{G_{3B}}{F_{\Sigma H}};$$

$$F_{\Sigma j_{3B}} = 62124 \frac{676}{62800} \approx 670 \text{ Н}$$

Тогда допустимая сила инерции одной зерновки

$$F_{j_{3B}} = \frac{F_{\Sigma j_{3B}}}{n_3}; F_{j_{3B}} = \frac{670}{191666} \approx 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н.}$$

Предположим, что сила  $F_{j_{3B}}$  инерции зерновки в момент изменения направления движения решета в нижнем положении равна допустимой силе  $F_{j_{3B}}$  инерции. Тогда, из формулы (2), мини-

мальное время изменения направления движения зерновок в нижнем положении решета

$$\tau_{H \min} = \frac{m(v_{pH} + v_{pB})}{F_{j_{3B}}}, \quad (4)$$

$$\tau_{H \min} = \frac{3 \cdot 10^{-5} (0,804 + 0,17)}{3,5 \cdot 10^{-3}} = 0,00835 \text{ с.}$$

Примем время изменения направления движения зерновок в нижнем положении решета  $\tau_H = 0,01 \text{ с.}$  Тогда сила инерции зерновки в момент изменения направления движения решета в нижнем положении (формула 2)

$$F_{j_{3B}} = \frac{3 \cdot 10^{-5} (0,804 + 0,17)}{0,01} \approx 3 \cdot 10^{-3} \text{ Н.}$$

Поскольку сила тяжести зерновки  $G = 3 \cdot 10^{-4} \text{ Н,}$  сила инерции зерновки в момент изменения направления движения решета в нижнем положении на порядок больше силы тяжести. Следовательно, в момент изменения направления движения решёт в нижнем положении зерновки, которые застряли в отверстиях решёт, будут из них удалены от воздействия суммы сил тяжести и инерции.

За один оборот корпуса полуавтоматической зерноочистительной машины решёта должны совершить целое чётное число колебаний  $k.$  Примем  $k = 8$  (см. рисунок 3). Путь оси ролика

$$\begin{cases} l_{op} = kl \\ l_{op} = 2\pi r_{op} \end{cases}$$

Отсюда радиус, по которому обегают ролики дорожку, равный расстоянию от оси вращения корпуса полуавтоматической зерноочистительной машины до центра осей роликов

$$r_{op} = \frac{kl}{2\pi}; \quad (5)$$

$$r_{op} = \frac{8 \cdot 56,83}{2 \cdot 3,14} \approx 72 \text{ мм.}$$

Угловая скорость корпуса полуавтоматической зерноочистительной машины

$$\omega_k \leq \frac{v_{op}}{r_{op}},$$

$$\text{или [5, с. 178-183]} \omega_k \leq \frac{v_{pB} \operatorname{ctg} \alpha}{r_{op}}. \quad (6)$$

$$\omega_k \leq \frac{0,17 \operatorname{ctg} 30^\circ}{0,072} = \frac{0,17 \cdot 1,732}{0,072} \approx 4,089 \text{ рад/с.}$$

Примем угловую скорость корпуса полуавтоматической зерноочистительной машины  $\omega_k = 4,05 \text{ рад/с.}$



Окончательно период колебания решёт

$$\tau_p = \frac{2\pi}{\omega_k k}; \quad (7)$$
$$\tau_p = \frac{2 \cdot 3,14}{4,05 \cdot 8} \approx 0,194 \text{ с.}$$

**Вывод.** В результате расчётов определена сила инерции зерновки в момент изменения направления движения решета в нижнем положении, которая на порядок больше силы тяжести. Поэтому в момент изменения направления движения решёт в нижнем положении зерновки, которые застряли в отверстиях решёт, будут из них удалены от воздействия суммы сил тяжести и инерции. Расстояние от оси вращения корпуса полуавтоматической зерноочистительной машины до центра осей роликов  $r_{op} = 72 \text{ мм.}$  Угловая скорость корпуса полуавтоматической зерноочистительной машины  $\omega_k = 4,05 \text{ рад/с.}$

#### Список используемой литературы

1. Николаев В.А. Патент РФ № 2623473. Полуавтоматическая зерноочистительная машина. № 2016108555. Опубл. 20.06.2017. Бюл. № 18.
2. Николаев В.А. Определение параметров траектории зерновки при её падении на решето полуавтоматической зерноочистительной машины // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 4. С. 92-102.
3. Николаев В.А. Параметры траектории

зерновки после касания решета полуавтоматической зерноочистительной машины // Аграрный вестник Верхневолжья. 2020. № 2. С. 71-76.

4. Николаев В.А. Определение параметров дорожки полуавтоматической зерноочистительной машины // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 1. С. 64-70.

5. Николаев В.А., Кряклина И.В. Очистка зерна от примесей и его предварительная сушка. Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВО ЯГСХА, 2017.

#### References

1. Nikolaev V.A. Patent RF № 2623473. Poluavtomaticheskaya zernoochistitelnaya mashina. № 2016108555. Opubl. 20.06.2017. Byul. № 18.
2. Nikolaev V.A. Opredelenie parametrov traektorii zernovki pri ee padenii na resheto poluavtomaticheskoy zernoochistitelnoy mashiny // Agrarnyy vestnik Verkhnevolzhya. 2019. № 4. S. 92-102.
3. Nikolaev V.A. Parametry traektorii zernovki posle kasaniya resheta poluavtomaticheskoy zernoochistitelnoy mashiny // Agrarnyy vestnik Verkhnevolzhya. 2020. № 2. S. 71-76.
4. Nikolaev V.A. Opredelenie parametrov dorozhki poluavtomaticheskoy zernoochistitelnoy mashiny // Agrarnyy vestnik Verkhnevolzhya. 2021. № 1. S. 64-70.
5. Nikolaev V.A., Kryaklina I.V. Ochistka zerna ot primesey i ego predvaritel'naya sushka. Yaroslavl: Izd-vo FGBOU VO YaGSKhA, 2017.



## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УПРАВЛЯЕМОГО НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА НА ПОСЕВАХ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ

Семичев С.В., ФГБНУ «Федеральный научный агрономический центр ВИМ»;

Панов А.И., РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

Мосяков М.А., РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

В статье отмечается тенденция увеличения посевных площадей сахарной свёклы. Приводятся корреляционные данные показателей валовых сборов, посевных площадей и урожайности сахарной свёклы в Российской Федерации. Объем производства может быть увеличен за счет интенсификации сельскохозяйственного производства. При этом необходимо стремиться свести до минимума повреждения и потери корнеплодов сахарной свёклы в убранном ворохе, их не должно быть более 20 %, в том числе сильно поврежденных, не более 5 %. Процесс уборки корнеплодов является самой энергозатратной технологической операцией. Для снижения повреждений корнеплодов и усилия их извлечения из почвы при уборке вырабатывающими рабочими органами нами был использован агрегат для междурядной обработки сахарной свёклы в составе трактора МТЗ-1523 с навигационным оборудованием, управляемого навесного устройства с комплектом оборудования и культиватора УСМК-5,4В с окутчиками. Представлена методика проведения полевых исследований, получены и обработаны его результаты, в которых определены оптимальные режимы работы управляемого навесного устройства: скорость движения машинно-тракторного агрегата  $V_{MTA} = 1,4 \text{ м/с}$  и скорость смещения орудия  $V_p = 0,1 \text{ м/с}$ . Зафиксирована выровненность корнеплодов сахарной свёклы до 20 % в продольном расположении относительно линии их посадки и по высоте головок относительно поверхности поля, что позволило снизить повреждение корнеплодов при уборке на 10...12 %. Определено, что снижение усилия позволяет повысить производительность корнеуборочной техники на 12...15 %.

**Ключевые слова:** сахарная свёкла, уборка, управляемое навесное устройство, повреждение корнеплодов, снижение усилия извлечения.

**Для цитирования:** Семичев С.В., Панов А.И., Мосяков М.А. Методика проведения полевых исследований управляемого навесного устройства на посевах сахарной свёклы // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3 (36). С. 76-80.

**Введение.** Основным источником сырья для промышленного получения сахара в России является сахарная свёкла. Побочным продуктом после её переработки является жом, используемый в рационе крупного рогатого скота. В последние годы наблюдается тенденция увеличения посевных площадей сахарной свёклы, при этом урожайность культуры в регионах Российской Федерации очень сильно колеблется от 339,5 ц/га до 522,2 ц/га (рис.1) [1].

Урожайность зависит от большого количества факторов: климатических условий, типа почв, качества семенного материала, техноло-

гии возделывания, комплекса сельскохозяйственных машин и т.д.

Объем производства сахарной свёклы может быть увеличен за счёт интенсификации сельскохозяйственного производства: внедрения новой более прогрессивной технологии возделывания; применения новых высокопроизводительных машин, улучшающих качество посева и обработки почвы; рационального применения удобрений и химических средств борьбы с сорной растительностью; использования современных подходов и комплекса уборочных машин и др.

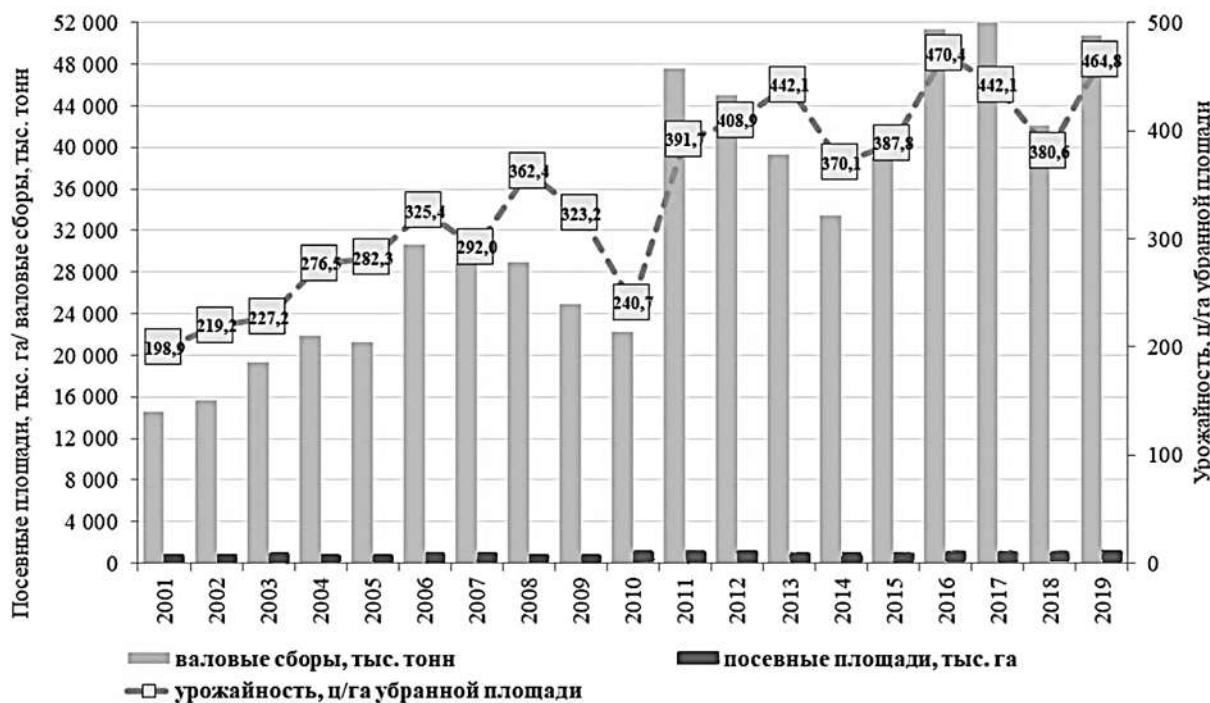


Рисунок 1 – Корреляция показателей валовых сборов, посевных площадей и урожайности сахарной свёклы в России

Наличие обширной корневой системы усложняет процесс уборки и делает его самой энергозатратной технологической операцией. Затраты энергии зависят от организации процессов междуурядной обработки почвы, которая может позволить сохранить сформировавшиеся качества свёклы [2].

**Цель исследований:** снижение повреждений корнеплодов и их усилия извлечения из почвы при уборочных работах.

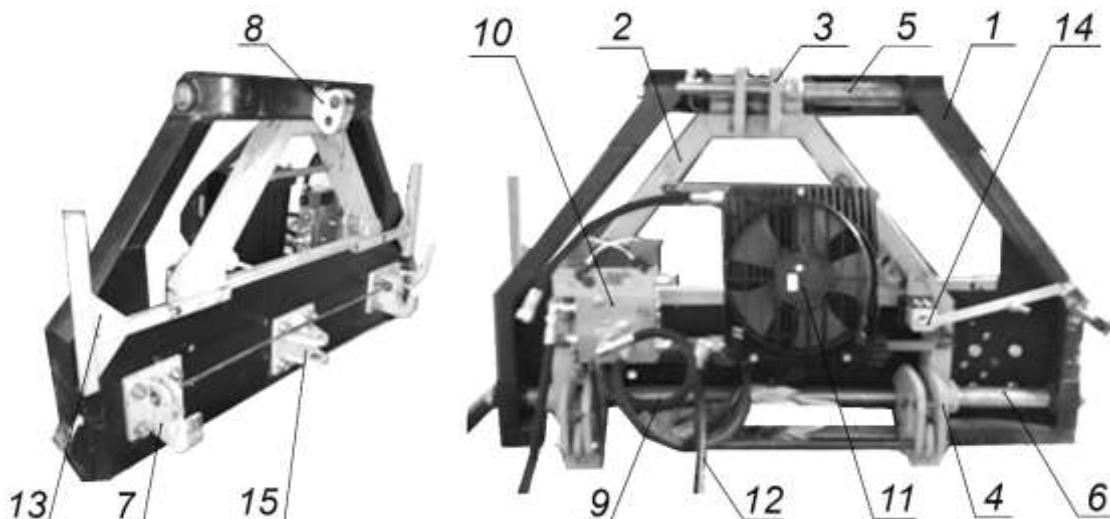
**Материалы и методы.** Исходя из агротехнических требований к уборке корнеплодов, полнота их выкапывания должна быть не менее 98,5 %. При этом содержание поврежденных корнеплодов в ворохе не должно быть более 20 %, в том числе сильно поврежденных не более 5 %.

При выполнении уборочных работ необходимо стремиться свести до минимума повреждения и потери корнеплодов сахарной свёклы. Добиться этого возможно за счёт тщательной подготовки посевов и настройки машин для технологической операции механизированной уборки. Так, при использовании ботвоуборочных машин при занижении высоты среза возможные потери массы корнеплодов могут достичь 30 %. Кроме того, корнеплоды, у которых при удалении ботвы не соблюдены требования

качества, плохо хранятся в кагатах. Потери возрастают, если в кагатах присутствуют корнеплоды с механическими повреждениями, зараженные болезнями и пораженные вредителями, при слишком низком срезе головки или с чешуйками листьев [2].

**Результаты и обсуждение.** Для снижения повреждений корнеплодов и уменьшения усилия при их извлечении из почвы используют культиваторы УСМК-5,4В с окуничками [3, с. 10-11; 4; 5]. При этом возможны повреждения головок корнеплодов, во избежание этого при работе в агрегате с культиватором УСМК-5,4В и окуничками было использовано ранее разработанное и запатентованное в агрономическом центре ВИМ управляемое навесное устройство УНУ-3 (рис. 2) [6, с. 86-91; 7, с. 103-113; 8, с. 4-8; 9]. Его использование позволит при окуничивании выравнивать головки корнеплодов с минимальными повреждениями, относительно поверхности поля. Это в дальнейшем позволит более точно настроить выкапывающие рабочие органы уборочной техники и за счет этого снизить потери урожая.

Устройство состоит из внешней 1 и внутренней 2 подвижной рамок, соединенных между собой нижней 5 и верхней 6 круглыми направляющими.



**Рисунок 2 –Управляемое навесное устройство УНУ-3 с комплектом оборудования:**

1 – внешняя рамка; 2 – внутренняя рамка; 3 – верхний навесной механизм; 4 – нижние полуавтоматические замки; 5, 6 – верхняя и нижняя направляющие; 7 – нижние навесные механизмы; 8 – верхняя серьга; 9 – гидроцилиндр; 10 – гидрораспределитель; 11 – радиатор охлаждения гидравлической жидкости; 12 – рукава высокого давления; 13 – стойки; 14 – линейный потенциометр; 15 – кронштейн

С трактором устройство соединяется верхней тягой 3 и нижними полуавтоматическими замками 4. В движение внешнюю подвижную рамку 1 приводит гидроцилиндр 9. С орудием устройство соединяется нижними полуавтоматическими замками 7 и верхней серьгой 8. Установленный гидрораспределитель 10 с электромагнитными клапанами позволяет регулировать скорость смещения внешней рамкой, а гидравлический радиатор 11 с принудительным охлаждением поддерживает рабочую температуру гидравлической жидкости. С помощью

рукавов высокого давления 12 устройство соединяется с общей гидравлической системой трактора. Установленный линейный потенциометр 14 постоянно отслеживает положение наружной рамки относительно внутренней. Стойки 13 предназначены для упрощения процесса навески управляемого навесного устройства на трактор, а также для постановки на хранение. Кронштейн 15 позволяет агрегатировать трактор с прицепными и полунавесными орудиями, а также прицепами. Технические характеристики устройства представлены в таблице.

**Таблица – Технические характеристики УНУ-3**

Наименование показателя	Показатели
Поперечное смещение рамок в горизонтальной плоскости, мм	250±5
Масса, кг	240 ± 5
Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм	562×1433×883
Агрегатируется с тракторами, класс	2 и 3
Скорость, км/ч	по скорости трактора
- рабочая	
- транспортная	
Расстояние от оси подвеса сцепки до оси поворота верхней тяги трактора, мм:	
- трактор класса 2	610...635
- трактор класса 3	685...700
Расстояние между крюками, мм	
- трактор класса 2	1005
- трактор класса 3	1130
Срок службы, лет	8

Методика проведения исследований заключалась в следующем: агрегат в составе трактора МТЗ-1523 с навигационным оборудованием, управляемого навесного устройства с комплектом оборудования и культиватора УСМК-5,4В с окутниками, совершал проход по заранее размеченным делянкам длиной 50 метров посевов сахарной свёклы (обработку посевов сахарной свёклы в период вегетации растений проводили 3 раза). В качестве навигационного оборудования использовался TrimbleTrueTracker, заявленная точность позиционирования которого составляет 2,5 см. Для считывания координат положения сельскохозяйственного орудия относительно линии движения на культиватор УСМК-5,4В установлена навигационная антенна (ГЛОНАСС\GPS). По команде тракторист-оператор начинал движение на заранее установленной для эксперимента скорости.

Контрольный раз проводили предуборочное рыхление почвы в междурядьях за 14-15 дней до уборки урожая. Опыты по измерению произво-

дились в трехкратной повторности, в случае выпадения точек – пяти- или шестикратно. Исходя из агротехнических требований рыхление почвы в междурядьях проводилось в установленные агротехнические сроки; отклонения от средней заданной глубины рыхления при заглублении рабочих органов до 7 см не должно превышать  $\pm 1$  см, а при более глубоком рыхлении – не более  $\pm 2$  см. Защитные зоны при междурядной обработке устанавливались в зависимости от состояния растений и составляли при глубине рыхления до 8 см от 5 до 8 см, при 10 см – от 10 до 12 см и при 16 см – от 14 до 15 см [10]. Исследования проводились в «ООО Красная горка» Колышлейского района Пензенской области.

После совершения проходов производились замеры фактической выровненности корнеплодов сахарной свёклы в сравнении с линией посева и высотой расположения их головок относительно поверхности поля. Полученные отклонения фиксировалась в таблице, исходя из полученных значений был построен график (рис. 3).

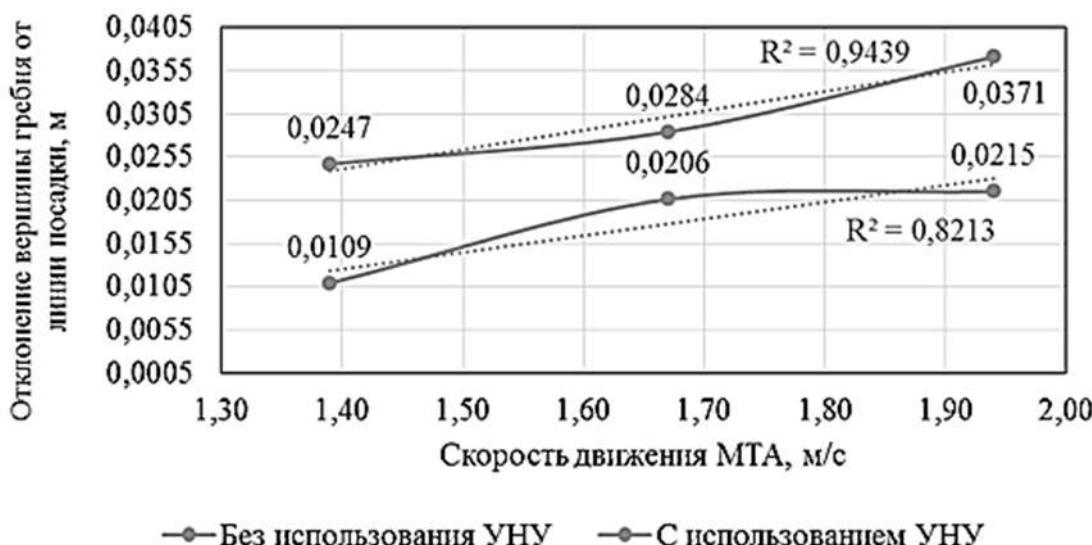


Рисунок 3 – График зависимости отклонения вершины гребня от линии обработки при различных скоростях движения МТА с использованием УНУ и без

**Выводы.** Изложена методика проведения полевых исследований управляемого навесного устройства на посевах сахарной свёклы. В результате проведенного полевого эксперимента определены оптимальные режимы работы управляемого навесного устройства: скорость движения машинно-тракторного агрегата  $V_{MTA} = 1,4$  м/с и скорость смещения орудия  $V_p = 0,1$  м/с. При исследованиях определено, что для извлечения корнеплодов из почвы выкапываю-

щими рабочими органами уборочной техники при использовании агрегата в составе трактора МТЗ 1523 с навигационным оборудованием, управляемого навесного устройства с комплектом оборудования и культиватора УСМК-5,4В с окутниками требуется меньшее усилие, отчего производительность корнеуборочной техники возрастает на 12-15 %. Была зафиксирована выровненность корнеплодов сахарной свёклы до 20 %, в продольном расположении относительно линии их посадки и



по высоте головок относительно поверхности поля, что в дальнейшем позволило снизить повреждение корнеплодов на 10-12 %.

#### Список используемой литературы

1. Сахарная свёкла: площади, сборы и урожайность в 2001-2019 гг. URL: <https://ab-centre.ru/news/saharnaya-svekla-ploschadi-sbory-i-urozhaynost-v-2001-2019-gg> (дата обращения 19.07.2021)

2. Гуреев И.И. Современные технологии возделывания и уборки сахарной свёклы. Практическое руководство. Москва: Изд. Печатный Город, 2009.

3. Галиакберов А.Г., Науметов Р.В. Окучивание сахарной свёклы – эффективный прием // Сахарная свёкла. 2008. № 4. С.10-11.

4. Блохин А.В. Теория эксперимента: курс лекций. В 2 ч. Ч.1. Минск: Научно-методический центр «Электронная книга БГУ», 2003.

5. Тяговое сопротивление лапы культиватора. URL: <http://nashuch.ru/pochvapoverhnostnijslojsushizemnojkoriobladayushij.html?page=9> (дата обращения 19.07.2021)

6. Семичев С.В., Зволинский В.Н., Мосяков М.А. Способ регулирования положения сельскохозяйственного орудия в агрегате // Аграрный вестник Верхневолжья. 2019. № 4 (29). С. 86-91.

7. Зволинский В.Н., Мосяков М.А., Семичев С.В. Обеспеченность технологий обработки почвы интеллектуальными средствами и методами контроля // Аграрный вестник Верхневолжья. 2020. № 1 (30). С. 103-113.

8. Семичев С.В., Смирнов И.Г., Мосяков М.А. Повышение курсовой устойчивости орудия при возделывании пропашных сельскохозяйственных культур // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агронженерный университет имени В.П. Горячкina». 2019. № 3 (91). С. 4-8.

9. Пат. RU 2680451 A01B 59/041, A01B 63/08. Гидромеханическое следящее навесное устройство / С.В. Семичев, И.Г. Смирнов, М.А. Мосяков, В.Н. Зволинский. № 2018116550, опубл. 21.02.2019. Бюл. № 6

10. Омаров А.Н. Технология и техническое средство для локальной обработки посевов сахарной свёклы: дис... канд. техн. наук. Michurinsk, 2016.

Мичуринск, 2016.

#### References

1. Sakharnaya svekla: ploshchadi, sbory i urozhaynost v 2001-2019 gg. URL: <https://ab-centre.ru/news/saharnaya-svekla-ploschadi-sbory-i-urozhaynost-v-2001-2019-gg> (data obrashcheniya 19.07.2021)
2. Gureev I.I. Sovremennye tekhnologii vozdelivaniya i uborki sakharной svekly. Prakticheskoe rukovodstvo. Moskva: Izd. Pechatnyy Gorod, 2009.
3. Galiakberov A.G., Naumetov R.V. Okuchivanie sakharной svekly – effektivnyy priem // Sakharnaya svekla. 2008. № 4. S.10-11.
4. Blokhin A.V. Teoriya eksperimenta: kurs lektsiy. V 2ch. Ch.1. Minsk: Nauchno-meto-dicheskiy tsentr «Elektronnaya kniga BGU», 2003.
5. Tyagovoe soprotivlenie lapy kultivatora. URL:  
<http://nashuch.ru/pochvapoverhnostnijslojsushizemnojkoriobladayushij.html?page=9> (data obrashcheniya 19.07.2021)
6. Semichev S.V., Zvolinskiy V.N., Mosyakov M.A. Sposob regulirovaniya polozheniya selskokhozyaystvennogo orudiya v aggregate // Agrarnyy vestnik Verkhnevolzhya. 2019. № 4 (29). S. 86-91.
7. Zvolinskiy V.N., Mosyakov M.A., Semichev S.V. Obespechennost tekhnologiy obrabotki pochvy intellektualnymi sredstvami i metodami kontrolya // Agrarnyy vestnik Verkhnevolzhya. 2020. № 1 (30). S. 103-113.
8. Semichev S.V., Smirnov I.G., Mosyakov M.A. Povyshenie kursovoy ustoychivosti orudiya pri vozdelivaniyu propashnykh selskokhozyaystvennykh kultur // Vestnik Federalnogo gosudarstvennogo obrazovatelnogo uchrezhdeniya vysshego professionalnogo obrazovaniya «Moskovskiy gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet imeni V.P. Goryachkina». 2019. № 3 (91). S. 4-8.
9. Pat. RU 2680451 A01B 59/041, A01B 63/08. Gidromekhanicheskoe sledyashchee navesnoe ustroystvo / S.V. Semichev, I.G. Smirnov, M.A. Mosyakov, V.N. Zvolinskiy. № 2018116550. opubl. 21.02.2019. Byul. № 6
10. Omarov A.N. Tekhnologiya i tekhnicheskoe sredstvo dlya lokalnoy obrabotki posevov sakharной svekly: dis... kand. tekhn. nauk. Michurinsk, 2016.



## РОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ (НА ПРИМЕРЕ ФГБОУ ВО ИВАНОВСКАЯ ГСХА И ФГБОУ ВО ИВАНОВСКАЯ ГМА)

Антонов А.А., ФГБОУ ВО ИвГМА Минздрава России;

Фомичев Д.С., ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА;

Романов А.Г., ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет;

Шаленкова Н.В., ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА;

Марьина Н.В., ФГБОУ ВО Самарский государственный социально-педагогический университет

Одна из основных задач современного образования – подготовка высококвалифицированного мотивированного выпускника, владеющего соответствующими компетенциями. Эта система не будет осуществлена до конца без достаточной адаптации студентов-первокурсников к новым условиям обучения. Адаптация студентов первого курса узкопрофильного ВУЗа (медицинского и сельскохозяйственного в области ветеринарии) является одним из основополагающих условий для качественной подготовки выпускника. Непосредственно от нее зависит уровень их профессиональной деятельности и, как следствие, уровень развития медицины и здравоохранения в Российской Федерации. В нашем исследовании использованы данные анкетирования, проведенного среди студентов первых курсов ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА и ФГБОУ ВО ИвГМА Минздрава России. В результате было выявлено, что одним из главных механизмов, направленных на осуществление адаптационных реакций обучающихся может быть учебная и внеучебная физкультурная деятельность. 88,6 % студентов отвечали в пользу того, что физическая культура помогала им быстрее адаптироваться в стенах профильного ВУЗа и помогла завести новые межличностные отношения; 9,3 % студентов затруднились ответить на данные вопросы, а 2,1 % – ответили, что не почувствовали разницы и не отметили у себя помощи физической культуры в осуществлении адаптации в ВУЗе. Исходя из этих результатов, можно подчеркнуть важную роль физкультурной деятельности в адаптационных изменениях студентов, а также в формировании их не только физического, но и психического и социального здоровья.

**Ключевые слова:** адаптация, физическая культура, студент, высшее учебное заведение.

**Для цитирования:** Антонов А. А., Фомичев Д.С., Романов А. Г., Шаленкова Н.В., Марьина Н.В. Роль физической культуры в адаптации студентов (на примере ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА и ФГБОУ ВО Ивановская ГМА) // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3 (36). С. 81-84.

**Введение.** Поступление в ВУЗ для каждого студента является одним из наиболее сложных и ответственных моментов в жизни. С того времени, как вчерашний школьник узнает о зачислении в ВУЗ и становится студентом, резко изменяется его привычный стереотип и образ жизни. Эти изменения сопровождаются выраженной активацией адаптивного потенциала организма, пересмотром приоритетов, а также обновлением ценностей. Начало учебы сопровождается стресс-реакцией и психоэмоциональной нагрузкой: новые знакомые, педагоги,

требования к учебе, изменение режима дня. Для многих иногородних обучающихся нагрузкой также являются переезд в другой город из привычной квартиры родителей и новые обязанности в общежитии или на съемной квартире. Это начало новой, одной из самых важных страниц в жизни каждого студента. [1]

Адаптация – это приспособление организма к условиям среды обитания. Адаптивные изменения не ограничены, они затрагивают все уровни организма, начиная с молекулярного и заканчивая психологической регуляцией дея-



тельности человека. От того, как пройдут эти изменения у студентов на первом году обучения, во многом зависит работоспособность, стремление и успеваемость в последующие годы. [2]

Особенностью узкопрофильного ВУЗа (например, медицинского или сельскохозяйственного в сфере ветеринарии) должно являться наличие у студентов высокой мотивации к приобретению профессиональных знаний и навыков, а также приобретение этих умений на практике. Зачастую, после окончания такого ВУЗа, выпускники стараются найти работу в сфере своих знаний, где они смогут помочь пациентам, отдавая себя без остатка. Но для этого должна быть задана еще в начале учебы стойкая мотивация. В случае неустойчивой мотивации выпускник не будет готов милосердно помогать людям, то есть будет подготовлен незаинтересованный в своем деле специалист, у которого в последующем будет наблюдаться развитие профессиональных деформаций. В этом случае задача подготовки грамотного специалиста для профильного ВУЗа не будет выполнена. В случае дезадаптации студента не может идти речь о высокой устойчивой мотивации к обучению. [3,4]

Многие авторы (Л.И. Акованцева, Л.М. Митина, В.Н. Барцевич, И.Г. Колмакова и др.) считают, что адаптация – это одна из предпосылок успешной учебной деятельности, причем ведущая для студентов первого курса, так как представляет собой сложную систему психолого-педагогического, социального, экономического, юридического сопровождения, направленную на овладение новыми формами деятельности, поведения, общения и связана с изменением социального статуса обучающихся [1,2].

Любая адаптивная реакция сопровождается психологическим благополучием, которое представляет собой особое эмоциональное состояние, обусловленное наличием защищенности, комфорта, отсутствием тревоги, страха и стресса.

Показатели психологического благополучия зависят от характера общения и взаимодействия субъектов образовательного процесса между собой, а также от умения преподавателя заинтересовать студентов и поддержать творческую атмосферу во время занятия. К таким показателям относят следующие:

- отсутствие у студентов страха и тревожности перед преподавателями, свободное сотрудничество с ними;

- самостоятельность студентов и независимость их от мнения окружающих;

- хорошая коммуникабельность с другими обучающимися в группе и на курсе;

- низкий уровень тревожности, напряженности и стрессов;

- удовлетворение студентов условиями образовательной среды.

В процессе адаптивных изменений и достижения психологического благополучия важную роль играет физическая культура. На первом курсе всех без исключения ВУЗов включены программы по физическому воспитанию студентов. В процессе учебной и внеучебной физкультурной деятельности студенты вступают в социальные контакты, результатом которых становится достижение адаптации к возникшим новым условиям. Адаптивность студентов в физкультурной деятельности позволяет легче приспособиться к новым требованиям в процессе учебной деятельности, наладить отношения с другими студентами и профессорско-преподавательским составом. Многие научные исследования показали прямую зависимость между успехами студентов на занятиях физической культурой и их социальным статусом, так как при этом студент приобретает авторитет и пользуется уважением среди сокурсников. Физическая культура включает обучающихся во множество социальных отношений, создает возможность формирования запаса социально одобренных моделей поведения в информационно-образовательной среде ВУЗа.

**Цели и задачи.** Правильно организованная физкультурная деятельность способна положительно влиять на все уровни адаптации студентов в ВУЗе. Нам представляется интересным выяснить роль физической культуры в рамках академических занятий на адаптацию студентов-первокурсников. В нашем исследовании использованы данные анкетирования, проведенного среди студентов первых курсов ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА и ФГБОУ ВО ИвГМА Минздрава России. Так физическое здоровье обучающегося связано с текущим состоянием органов и систем организма. Основу физического здоровья составляет, так называемая, биологическая программа индивидуально-



го развития, а также уровень роста и развития органов и систем. Нужно помнить, что студенты первого курса – это индивидуальные личности, которые продолжают свое физиологическое развитие. Это еще вчерашние школьники, которые входят во взрослую жизнь и основу их адаптационного механизма в плане физического здоровья составляют имеющиеся морфологические и функциональные резервы.

**Основная часть.** В ходе настоящего исследования было проведено анкетирование, в котором студентов попросили высказать свою точку зрения в отношении занятий физкультурной деятельностью, помогли ли они им быстрее адаптироваться в ВУЗе и завести много новых знакомых, помогали ли занятия спортом снять напряжение в период сессии. В результате анкетирования было выявлено, что 88,6 % студентов отвечали в пользу того, что физическая культура помогала им быстрее адаптироваться в стенах профильного ВУЗа и помогла завести новые межличностные отношения; 9,3 % студентов затруднились ответить на данные вопросы, а 2,1 % – ответили, что не почувствовали разницы и не отметили у себя помощи физической культуры в осуществлении адаптации в ВУЗе. Исходя из этих результатов, можно подчеркнуть важную роль физкультурной деятельности в адаптационных изменениях студентов, а также в формировании их не только физического, но и психического и социального здоровья.

При поступлении в ВУЗ для каждого студента определяется группа занятий физической культурой. Это проводится, в основном, исходя из показателей их физического здоровья и физического развития. Такое разделение необходимо в целях оценки уровня физического развития студента и его функциональных возможностей для выбора оптимальной программы физического воспитания, а также выработки медицинских рекомендаций по планированию занятий физической культурой. Перед профессорско-преподавательским составом, ответственным за дисциплину «Физическая культура и спорт», поставлена важная психологопедагогическая проблема – определение средств и методов использования разнообразных физических упражнений и систем мероприятий оздоровительного характера в учебное и внеучебное время. Успешное решение данной проблемы позволяет обеспечить постепенную

своевременную и качественную адаптацию студентов к новым условиям обучения и образа жизни, а также оптимальные условия выполнения им своих учебных обязанностей и достижение в процессе занятий физической культурой физического совершенства.

Кроме того, занятия физической культурой оказывают адаптивные влияния на психическое и социальное здоровье начинающих студентов. Психическое здоровье – это состояние общего душевного комфорта, которое обеспечивает адекватную поведенческую реакцию на происходящие ситуации. Психическое здоровье связано с личностью и зависит от развития эмоционально-волевой и мотивационно-потребностной сфер личности, от развития самосознания и от осознания ценности для личности собственного здоровья и здорового образа жизни.

Социальное здоровье – это мера социальной активности и, прежде всего, трудоспособности, форма активного деятельного отношения к миру. Состояние социального здоровья связано с влиянием на личность других людей, общества в целом и зависит от места и роли студента в межличностных отношениях, от нравственного здоровья социума. Социальная составляющая здоровья складывается из влияния родителей, друзей, сокурсников в ВУЗе, преподавателей и т.д. и отражает социальные связи, ресурсы и межличностные контакты.

Занятия физической культурой основаны на включении обучающихся в коллективную деятельность. Это игры, соревнования на учебных занятиях, в спортивных секциях, на массовых физкультурно-оздоровительных мероприятиях, на спортивных праздниках. В результате тесного межличностного общения и здоровой физической конкуренции студенты вырабатывают новые стили поведения, что позволяет им с наибольшей эффективностью приспособиться к новым условиям.

Главное, чтобы такой период адаптации не был слишком долгим, так как спустя четыре месяца учебы новоиспеченным студентам предстоит одно из сложных испытаний – первая сессия, которая потребует максимальной собранности и мобилизации всех ресурсов (интеллектуальных, психологических, коммуникативных, познавательных), то есть всех тех знаний и навыков, которые помогут студенту



успешно преодолеть это испытание.

Справиться с информационным и экзаменационным стрессом студентам также помогают занятия физической культурой. По сравнению со школой у студентов ВУЗов наблюдается повышенная умственная деятельность, что, естественно, сопровождается утомлением. Перенапряжения в учебе приводят к ухудшению состояния здоровья и душевного благополучия студентов, а также к развитию нервно-соматических заболеваний. В профилактике таких состояний особая роль отдается физкультурной деятельности. При занятии физической культурой происходит переключение на другие нервные центры, не задействованные в интеллектуальной деятельности. Это позволяет сохранить и улучшить деятельность организма в целом, а также совершенствовать функционирование адаптивных изменений.

**Выводы.** Адаптация студентов первого курса узкопрофильного ВУЗа (медицинского и сельскохозяйственного в области ветеринарии) является одним из основополагающих условий для качественной подготовки выпускника. Непосредственно от нее зависит уровень их профессиональной деятельности и, как следствие, уровень развития медицины и здравоохранения в Российской Федерации.

#### Список используемой литературы

1. Акованцева Л.И. Влияние личностных характеристик учителя на психологическое благополучие одаренных обучающихся // Личностное профессиональное развитие детей, молодежи, взрослых: проблемы и решения : сб. статей XIII Междунар. Науч.-практ. конф. М., 2017. С. 75-80.
2. Удалова Е. П., Кокурина Е. Н., Лихоманов Е. А. Занятия по физической культуре как средство социальной адаптации студентов-первокурсников // Молодой ученый. 2017. № 15 (149). С. 679-681.

3. Гусева М.А., Шаленкова Н.В., Карасева О.С. Значение лекционного курса "Физическая культура и спорт" для подготовки специалистов АПК (на примере ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА) // Аграрный Вестник Верхневолжья. 2020. № 4 (33). С. 121-125.

4. Карасева О. С., Шаленкова Н. В. Соловьев А. А. Анализ показателей физического развития студентов аграрных вузов (на примере ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА). // Актуальные вопросы теории и практики: сборник статей по материалам национальной научно-практической конференции, 28-29 октября 2020. Краснодар: КубГАУ, 2020. С.631-637.

#### References

1. Akovantseva L.I. Vliyanie lichnostnykh kharakteristik uchitelya na psikhologicheskoe blagopoluchie odarenniyh obuchayushchikhsya // Lichnostnoe professionalnoe razvitiye detey, molodezhi, vzroslykh: problemy i resheniya : sb. statey KhIII Mezhdunar. Nauch.-prakt. konf. M., 2017. S. 75-80.
2. Udalova Ye. P., Kokurina Ye. N., Likhomanov Ye. A. Zanyatiya po fizicheskoy kulture kak sredstvo sotsialnoy adaptatsii studentov-pervokursnikov // Molodoy uchenyy. 2017. № 15 (149). S. 679-681.
3. Guseva M.A., Shalenkova N.V., Karaseva O.S. Znachenie lektsionnogo kursa "Fizicheskaya kultura i sport" dlya podgotovki spetsialistov APK (na primere FGBOU VO Ivanovskaya GSKhA) // Agrarnyy Vestnik Verkhnevolzhya. 2020. № 4 (33). S. 121-125.
4. Karaseva O.S., Shalenkova N.V. Solovev A.A. Analiz pokazateley fizicheskogo razvitiya studentov agrarnykh vuzov (na primere FGBOU VO Ivanovskaya GSKhA). // Aktualnye voprosy teorii i praktiki: sbornik statey po materialam natsionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 28-29 oktyabrya 2020. Krasnodar: KubGAU, 2020. S.631-637.



## МЕДИЦИНА В АНГЛИИ В СЕРЕДИНЕ XVI- НАЧАЛЕ XVII ВЕКАХ И МЕТОДЫ ПО БОРЬБЕ С ИНФЕКЦИОННЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

Башмакова Е.В., ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА;  
Гусева М.А., ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА

*Бурный подъем производства в Англии в течение всего XVI века способствовал быстрому росту населения в городах. Особый рост населения городов отмечался в период правления Елизаветы I Тюдор. Скученность и относительно низкий уровень жизни населения приводили к росту вспышек эпидемий. Это ставило перед центральными властями королевства задачи по выработке общенациональных мер по борьбе с основными инфекционными заболеваниями. Центральные и городские власти предпринимали различные санитарные и административные меры для предотвращения распространения чумы и других болезней. Так, в 1578 году вышли 17 указаний по мерам борьбы с чумой и методам ее лечения. В Лондоне был введен «реестр смертности», в который включались основные сведения о количестве и причинах смерти среди жителей столицы. Приходские власти также обязывались информировать о числе умерших. Это положило начало демографической и санитарной статистике в стране. Открывались специализированные больницы и лечебницы. Унифицируются методы борьбы с чумой и другими инфекционными заболеваниями. К последним следует отнести оспу, цингу, малярию и лихорадку, корь и др. При этом в медицине того времена продолжали господствовать теории Гиппократа и Галена. Большинство лекарств основывалось на лекарственных свойствах трав и растений, применении методов кровопускания и потоотделения. А за чудодейственными настойками и лекарствами простые англичане все также предпочитали обращаться к торговцам на рынке или следовать рекомендациям из всевозможных изданий.*

**Ключевые слова:** медицина, методы и правила лечения, болезни, Англия.

**Для цитирования:** Башмакова Е.В., Гусева М.А. Медицина в Англии в середине XVI- начале XVII веках и методы по борьбе с инфекционными заболеваниями // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3 (36). С. 85-90.

**Введение.** Во второй половине XVI-начале XVII века в Англии наблюдался бурный экономический подъем, развивалась промышленность, отмечался расцвет национальной культуры, рост городов и городского населения. В этот же период Англия пережила несколько крупных эпидемий, унесших большое число жизней. Это поставило перед властями королевства задачи по выработке общегосударственных мер в борьбе с болезнями, предотвращению эпидемий, унификации методов лечения.

**Постановка проблемы.** Интересно выяснить представления англичан конца XVI - начала XVII веков о личной гигиене, правилах и нормах жизни; методах и способах лечения наиболее распространенных инфекционных болезней, мерах по их профилактике, а также рассмотреть уровень

развития медицины в стране в целом. Временные рамки исследования ограничены периодом правления Елизаветы I Тюдор. Именно в этот период власти страны предприняли ряд мер по организации централизованной борьбы с инфекционными заболеваниями, пытались выработать общие правила и методы их лечения.

Отдельно заметим, что в рассматриваемое время большое значение имело социальное положение человека, место его проживания (городянин, житель столицы, деревенский житель и др.), которые и определяли условия жизни, бытовые возможности, а также представления о нормах и правилах жизни. В центре нашего внимания в данной статье находятся жители городов, о деятельности которых сохранилось достаточно большое количество источников.



**Основная часть.** В исследуемый период термин «медицина» употреблялся по отношению ко внутренним болезням, специфика которых изучалась по книгам античных и арабских авторов. Медицина носила в основном теоретический характер, не позволяющий применять знания на практике. В период Средневековья появляется алхимия, которая способствовала развитию фармацевтики, оперирующей огромным количеством ингредиентов. Через алхимию, которую часто называют лженаукой, медицина пришла к расширению знаний о химических процессах, необходимых для создания действенных лекарственных средств. Появились трактаты о свойствах растений, о ядах и т.п.

Одной из самых печальных страниц в истории медицины периода Средневековья и раннего Нового времени можно назвать ужасные по масштабу вспышки инфекционных болезней. К сожалению, медицина оказалась недостаточно развитой, чтобы противостоять чуме и проказе, но определенные попытки были сделаны: в практику входит карантин, открываются лазареты и лепрозории, унифицируются методы лечения, появляется национальная статистика.

Представления о личной гигиене людей той эпохи значительно отличались от современных. Считалось, что дурной запах, источаемый человеком, свидетельствует о его плохом здоровье. А дыхание больного или зловонный воздух могут стать причиной болезней. Таким образом, неопрятные, грязные люди ассоциировались в те времена с болезнями и источниками заразы. Зажиточный горожанин должен хорошо пахнуть и держать свое тело в чистоте. Так, современный английский исследователь Ян Мортимер приводит рекомендации издателя XVII века У. Воэна по организации утреннего ритуала горожанина: «Прежде чем встать, хорошо потянитесь; разотрите тело ладонями и грубой льняной тканью; опорожнитесь; желательно, чтобы ваша одежда была из шелка или олений кожи (в летнее время), т.к. она не пропускает дурной воздух; почистите зубы; вымойте лицо, глаза и руки водой из фонтана; прочитайте молитву...» [1, р. 272-273].

Сэр Дж. Харингтон – придворный королевы Елизаветы рекомендовал сначала избавиться от телесных излишков (мочи, грязи в носу и легких, и др.), очистить лицо и тело. Следовало быть чистым и опрятно одетым; презирать нечистоту, противную самой природе человека [1, р. 272].

Несколько настороженное было отношение к воде и купанию. Считалось, что ряд болезней можно получить через поры тела. Поэтому широко использовали обтирание мокрыми полотенцами, обычно льняными, которые хорошо впитывали пот. Ванну принимали редко, поскольку вода и дрова в городах были дороги. Неоднозначное было отношение и к общественным баням. Ибо в предшествующую эпоху они сыграли довольно неприглядную роль в деле распространения венерических заболеваний. Так, известно, что по этой причине Генрих VIII издавал указ о закрытии всех бани в Саутуорке – одном из районов Лондона [1, р. 271].

Отсутствие личной гигиены, плохое питание, антисанитария, паразиты и скученность жизненного пространства приводили к распространению болезней. Продолжительность жизни в Англии в XVI веке зависела, во многом, от социально-экономического положения человека. Предположительно, для бедняков мужского пола она составляла 20-25 лет, а для богатых 30-35 лет, графы и бароны могли дожить и до 60 лет. Историки показывают, что численность населения Англии значительно увеличивалась с 1525 и 1541 года. Этот рост немного замедлился после 1541 года, тем не менее в тюдоровский период население постепенно и неуклонно увеличивалось, и в 1601 году численность достигла 4,1 млн. человек [2, р. 325]. Причинами изменения численности населения могли выступать национальные кризисы, которые заключались не только в плохих урожаях, вынуждавших население голодать, но и также в эпидемиях различных заболеваний. Например, в 1603 году крупную эпидемию пережил Лондон, потеряв около 40 тысяч своих жителей. А это была почти половина взрослого населения столицы [3, р. 63].

Обычно на протяжении жизни горожанин переносил несколько заболеваний, которые в лучшем случае благополучно излечивались, в худшем приводили его к смерти, получениюувечий. Заболев, горожанин мог попытаться излечиться сам, используя многочисленные литературные рекомендации врачей или микстуры и настойки, продаваемые на рынке. Также можно было обратиться к профессиональным медикам.

В исследуемый период в Англии существовало несколько категорий врачей. Во-первых, это дипломированные медики, окончившие курс университета и имеющие лицензии. Последние,



как правило, выдавали во Врачебном колледже, университете, но большинство лицензий выдавал местный епископ. Иной разряд врачей представляли хирурги. Они могли получить лицензию, вступив в городскую компанию цирюльников и отработав ученический срок. Как правило, хирурги имели очень широкую практику. Отметим, что незначительные операции могли произвести цирюльники. Они занимались кровопусканием, вскрывали нарывы, удаляли и чистили зубы, брили бороды и стригли.

Изготовление лекарств относилось к ведению аптекарей, причем рецепт мог быть принесен самими больными и не требовал никакого заверения врача. Аптекарем можно было стать, отработав семь лет в качестве помощника врача. Составить микстуру или настойку могли и зеленщики, которые хранили и продавали разнообразные пряности. Последние занимали значительное место в рецептах настоек и микстур того времени.

Услуги вышеназванных категорий людей, профессионально занимающихся врачеванием или составлением лекарств, были достаточно дороги. Большинство простого народа обращалось к местным целителям, знахарям, чьи знания передавались из поколения в поколения. А всевозможные настойки можно было всегда купить на ярмарках и рынках у бродячих лекарей.

Существовала и так называемая «домашняя медицина», в развитие которой свою лепту внесли книгопечатные издания с многочисленными медицинскими советами. Некоторые из предлагаемых рецептов были довольно экстравагантны. Так, для восстановления разорванных сухожилий рекомендовалось взять земляных червей, раздавить их и приложить к ране. Другой рецепт предлагал смешать ртуть и жир. Этим раствором следовало натереть страдающего от вшей и оставить на несколько дней. С подобной проблемой поможет справиться смесь из ладана и медвежьего жира [1, р. 285-286].

Отметим, что среди врачей того времени еще господствовали теории Гиппократа и К. Галена о соотношении основных четырех жидкостей в организме (кровь, слизь, черная желчь, желчь). Эти жидкости соответствовали 4 элементам: земле, огню, воздуху и воде, чьи основные качества – сухость, жар, холод, влажность. Доминирование одной из жидкостей или нехватка другой приводили к болезни. Отсюда и основные способы лечения: потоотделение и кровопускание. Также обращали внимание на положение звезд при

начале и течении болезни, на движение других астрономических тел. Часто проводили и анализ мочи, указывая, что состояние организма можно установить по выделениям человека. Например, моча красного цвета считалась предвестником болезни печени или желудка, а если она бесцветная, это признак переизбытка слизи (флегмы) и свидетельствует о начале лихорадки.

Одной из страшных болезней Средневековья и раннего Нового времени была чума. В частности, источники сообщают, что в год коронации Елизаветы Тюдор разразилась эпидемия чумы от которой умерло почти четверть населения Лондона. Статистика показала, что от чумы больше страдали мужчины, чем женщины. Вероятно, причина такого явления, заключалась в том, что на складах и зернохранилищах работали в основном мужчины, где размножались крысы, как главные переносчики инфекции [4, р. 101].

Островное положение Англии, к сожалению, не позволяло действовать по распространенному в те времена принципу «бежать дальше, дальше и быстрее». Необходимо было вырабатывать общегосударственные методы лечения болезни и способы предотвращения эпидемий.

Однако для начала следовало наладить механизм подсчета смертей от разных болезней; выявить наиболее опасные для жизни человека; вести регулярную демографическую статистику, отражающую общую картину смертности и рождаемости в стране.

В частности, еще в 1532 году в Англии вышел закон, обязывающий подсчитывать количество умерших от чумы в каждом приходе, заполняя так называемый «Реестр смертей» (Bills of mortality). Приходские клерки Лондона регулярно сообщали о количестве умерших в результате эпидемии чумы. Им следовало регистрировать все случаи чумы и сообщать о них лорд-мэру и олдермену города, а также заносить данные в реестр. Начиная с 1577 года, эти отчеты ежегодно стали печататься в компании «Книжных и газетных издателей» (Company of stationers), а затем подавались в качестве отчета лорд-мэру Лондона. Можно считать, что именно с этого времени началась официальная статистика здравоохранения в Англии. [5, р. 48-49]. Так, за 1593 год, согласно записям, от всех болезней умерло 16 844 человека, из которых от чумы 10 662 человека [6, р. 127]. Отдельно заметим, что практика ведения статистики смертей в Лондоне продолжалась до декабря 1595 года, но затем была заброшена и



вновь восстановлена в 1603 году в период новой вспышки чумы. В частности, хронист Дж. Стоу сообщал, что за 1563 год в период эпидемии «общее количество смертей составило 23 660, из которых 20 136 это случаи чумы», а в 1603 году эта цифра достигла 32 257 человек [7, р. 238].

Данные приходских клерков сопоставлялась с отчетами «осматривающих умерших» (Viewers of the dead). Обычно для этих целей приход нанимал двух пожилых женщин, в обязанность которых входило сообщать приходскому клерку о всех случаях заболевания чумой. Получив информацию о смерти от городского глашатого, они должны были установить ее причину. Свои отчеты «осматривающие» складывали в ящик у компании «Книжных и газетных издателей», исключив какие-либо контакты с горожанами или администрацией [5, р. 204]. Известно, что в Лондоне в конце XVI века «осматривающим» платили по 2 пенни за исследо ванное тело. В разных регионах оплата была различной. Так, в 1579 году приходской староста Лондона заплатил «осматривающим» 4 шиллинга 8 пенсов всего за 28 тел [4, р. 102].

Обладая необходимой статистикой, можно было вырабатывать общие меры по борьбе с распространением наиболее смертоносных болезней.

В частности, еще с середины XVI века в Англии широко стал использоваться своеобразный карантин. Дом, в котором находился больной чумой, запирался не менее, чем на двадцать дней вместе со всей семьей. На дверь прибивалась табличка с надписью: «Господи, помилуй нас». К дому приставляют стражников, которые следили, чтобы никто не выходил. Все постельное белье и одежда, которыми пользовался инфицированный, сжигалась. Констеблям в приходах было поручено доставлять еду для нуждающихся больных и организовывать вывоз мертвых тел [4, р. 104]. При этом находились люди, стремящиеся «заработать» в период вспышек чумы. Как правило, это были старые и бедные женщины, нанимавшиеся к чумным больным для ухода за ними. Такой заработка мог составлять 6 шиллингов и 8 пенсов, а то и 8 шиллингов за неделю. Очевидно, что женщины очень рисковали своим здоровьем и здоровьем своих близких [8, р. 348].

В 1578 году Тайный совет опубликовал 17 указов, направленных на ограничение распространения чумы в королевстве, и прежде всего в Лондоне [9, р. 407]. К ним прилагались рекомендации лучших врачей королевства по борьбе с

болезнью, рецепты по лечению чумных больных - «Правила и методы лечения чумы, простые рецепты для людей низшего сословия» [10].

Согласно указам, если в Лондоне обострялась эпидемическая обстановка, то местная администрация должна была собираться каждые две или три недели, чтобы оценить распространение болезни и проконсультироваться с «осматривающими» труппы на предмет выявления следов чумы. Местные власти обязывались тщательно контролировать уборку территорий и организацию вывоза мусора, следить за санитарным состоянием мусорных куч и сточных канав. В зараженных районах и деревнях взимался специальный налог, который шел на борьбу с чумной заразой, помочь бедным семьям [9, р. 407-408].

Долгое время причиной распространения чумы считался дурной воздух или миазмы. Поэтому «Правила» советовали горожанину перед выходом на улицу смочить носовой платок или губку смесью уксуса и розовой воды или смесью уксуса и полыни горькой, руты душистой. Если же горожанин был вынужден часто бывать в инфицированных домах, ему предлагалось взять корень девятысила и замочить в уксусе, содержимое взбить, затем положить немного этой массы в носовой платок и через него дышать [10, р. 12].

Для улучшения воздуха в помещениях применялись всевозможные смеси трав. Например, можно было взять сущеный розмарин, можжевельник, лавровые листья или ладан и бросить их на жаровню, получив таким образом дым. Подобную жаровню со смесью трав следовало поставить у дымохода, чтобы запах лучше распространялся по дому. Также следовало взять крепкий уксус и добавить в него немного розовой воды, десять веточек розмарина, положить все это в емкость. Затем взять пять или шесть кремневых камней, хорошо нагретых на огне, и бросить их в эту емкость. Таким образом, образуется испарение, которое хорошо очистит воздух в комнате [10, р. 11].

Предотвращению заражения чумой помогала смесь из алоэ, корицы и мирры, гвоздики, взятыми на 3 французской кроны или 12 пенсов на английские деньги; гвоздики, мастики, весом каждая по половине унции. Эти травы и пряности нужно было смешать и принимать каждое утро натощак с белым вином.

В качестве методов лечения чумных больных применялось кровопускание. Если у пациента хорошее самочувствие, ему можно было отворить кровь из «печеночной вены» правой руки или сре-



динной вены [10, р. 18]. Этот метод лечения настолько широко применялся, что городские власти Лондона запрещали цирюльникам (barbers) выливать кровь из окна на улицу, а за нарушение предусматривались штрафы [11, р. 270].

Также активно использовалось потоотделение, всевозможные смеси и настойки из растений. Предлагалось убрать из яйца желток и белок. В скорлупу заложить шафран на две французские кроны. Прожарить ее над углами, пока скорлупа не станет желтой. Затем растолочь скорлупу и ее содержимое в чаше, добавив туда семян горчицы. Растворить получившуюся смесь в десяти ложках теплой воды. Выпить получившийся настой и хорошо пропотеть [10, р. 21].

Одним из внешних признаков чумы были язвы или бубоны. В качестве лечения нарывов предлагалось их вскрывать и прижигать. А для вытяжки гноя использовались разнообразные растительные смеси. В частности, нужно было взять две горстки скабиозы и растолочь в каменной ступке. Добавить туда подсоленное сало старой свиньи весом в две унции и желток яйца. Прикладывать подобную смесь к ране. Помимо этого, можно было использовать смесь из белого лука и трех унций свежего масла, дрожжей, горсти мальвы, скабиозы и чеснока. Вскипятить все на огне в достаточном количестве воде. Сделать из получившейся смеси примочки и прикладывать их к язве [10, р. 21].

Как мы видим, в качестве методов лечения чумы предлагались всевозможные травяные настойки и примочки, активно применялось кровопускание и потоотделение. Все это вполне согласуется с теориями, господствующими в медицине того времени. Вместе с тем, жители королевства научились противостоять быстрому распространению чумной заразы, используя карантин, изоляцию больных. В городах стали появляться специальные больницы для чумных больных. В частности, в 1594 году на окраине Лондона был построен госпиталь Святого Варфоломея [12, р. 254]. Похожие госпитали возводились и в других городах. В большинстве своем они походили на приюты для оказания первой помощи бездомным больным. Зачастую это были специально отведенные помещения в соборах и монастырях. Так, постепенно выстраивался механизм борьбы с чумной заразой, который в итоге способствовали спаду эпидемической напряженности в стране.

Помимо чумы болели англичане и другими хворями. В частности, довольно тяжелой болез-

нию была оспа. Причиной ее признавалась перемены в воздухе. Считалось, что она распространяется через пыль от засыхающих корочек. Признаками болезни считались высокая температура, головная боль, рвота и понос, ломота в мышцах, а также наличие на теле и лице гнойников – пустул. Многие умирали от внутреннего кровотечения еще до появления язв. После оспы, как правило, оставались отметины на лице и теле в виде рубцов. Отсюда и мода на «мушки». Интересно, что в качестве одного из средств, облегчающих течение болезни, являлся красный цвет. Он позволял отпугнуть от больного «темные» силы и помочь его выздоровлению. Поэтому предлагалось носить одежду красного цвета и использовать красные шторы [1, р. 283]. Также отметим, что в 1562 году оспой переболела королева Елизавета Тюдор, и лишь благодаря ранней ее диагностике избежала каких-либо тяжелых последствий.

Еще одна не менее серьезных болезней – цинга. Как правило, цингой болели моряки, ослабленные в результате длительного плавания. Так, лондонский врач Вильям Клоуз сообщал в отчетах, что подобной болезнью заболевают не только моряки, но и дети. Так, в госпитале Христа за 1588 год были отмечены более 20 случаев болезни детей, зараженных цингой. Лечение цинги включало в себя обычное кровопускание, но этот метод не имел эффекта. Врач сообщал, что вылечил даже запущенные случаи с помощью эля, в который добавлялся сок растения мискантуса, обогащенный витамином С. Одна из обязанностей аптекаря в больнице Святого Варфоломея заключалась в том, чтобы обеспечить пациентов больных цингой мискантусом. [4, р. 106].

Болели англичане малярией и лихорадкой. В частности, в Лондоне болота на южном берегу Темзы были идеальной средой для размножения комаров. При этом связь между комарами и малярией установили только в XVIII веке. Долгое время считалось, что причиной болезни является сырой воздух. В источниках сообщается, что лихорадкой люди болели по 2-3 раза в год, особенно дети. При этом общего эффективного лечения на тот период не было [4, р. 106].

Кроме того, англичане страдали и другими болезнями, в частности, эпилепсией, параличом, болью в животе, диареей, глистами, камнями в почках и мочевом пузыре, корью, несварением желудка и др. Каждая из этих болезней могла стать смертельной из-за отсутствия эффективных способов лечения.



**Выводы.** Итак, мы видим, что медицина XVI-XVII веков развивалась в тяжелых условиях (эпидемии чумы, оспы, проказы и др.), но эти обстоятельства способствовали ряду революционных изменений. Отношение к здоровью постепенно менялось. Связь здоровья с личной гигиеной укрепилась в сознании человека.

В медицине того времени господствовали определенные методы и способы лечения. В частности, активно использовались настойки и примочки из растений и пряностей, кровопускание и потоотделение. Большинство горожан обращалось к квалифицированным врачам только в крайнем случае, опираясь на рецепты, активно предлагаемые в многочисленных печатных изданиях, или просто покупаемые на рынке, ярмарке.

Вспышки инфекционных болезней, в виде чумы и оспы, значительно сокращали численность населения в городах. Центральными и муниципальными властями предпринимались как административные, так и санитарные меры для предотвращения распространения инфекций. Вводились различные предписания за нарушение карантинных мер. Унифицировались методы и способы лечения наиболее заразных болезней, издавались рекомендации, содержащие наиболее доступные рецепты; открывались специализированные больницы. В стране начала вестись национальная демографическая статистика, в которой находила свое отражение информация об уровне смертности, ее причинах, вспышках эпидемий.

#### Список используемой литературы

1. Ian Mortimer. The Time Traveller's Guide to Elizabethan England. L.: Vintage Books, 2013.
2. Wrigley E.A., Schofield R.S. The Population History of England, 1541-1871. L.: Cambridge University Press, 1981.
3. Clark P., Slack P. English Towns in Transition 1500-1700. London, Oxford, New York: Oxford University Press, 1976.
4. Picard L. Elizabeth's London: Everyday Life in Elizabethan London / L. Picard. L.: Clays LTD, St Ives plc., 2003.
5. Adams R. H. The Ancient Office of Parish Clerk and the Parish Clerks Company of London by Cambridge University Press: 1971.
6. A companion to Arber: being a calendar of documents in Edward Arber's «Transcript of the registers of the Company of Stationers of London, 1554-1640» with text and calendar of supplementary documents. by. Greg, W. W. (Walter Wilson), 1875-1959. Oxford: Clarendon Press, 1967.
7. Stow J. The annals of England. London: [S.l. : s.n.], 1562.
8. Analytical index to the series of records known as the Remembrancia. Preserved among the Archives of the City of London, A.D. 1579-1664 / ed. by E. J. Francis. L., 1878.
9. Acts of the Privy Council of England. 1578-1580/ ed. by J.R. Dasent. L., 1974. Vol. XI.
10. URL: <http://historical.hsl.virginia.edu/plague.html> (дата обращения 10.07.2021).
11. Munimenta Gidhalla Londoniensis: Liber Albus, Liber Custumarum, Et Liber Horn / ed. by H. T. Riley. London: Oxford University, 1861. Vol. I.
12. Norman M. The History of St. Bartholomew's Hospital C.A. Pearson Limited, 1918.

#### References

1. Ian Mortimer. The Time Traveller's Guide to Elizabethan England. L.: Vintage Books, 2013.
2. Wrigley E.A., Schofield R.S. The Population History of England, 1541-1871. L.: Cambridge University Press, 1981.
3. Clark P., Slack P. English Towns in Transition 1500-1700. London, Oxford, New York: Oxford University Press, 1976.
4. Picard L. Elizabeth's London: Everyday Life in Elizabethan London / L. Picard. L.: Clays LTD, St Ives plc., 2003.
5. Adams R. H. The Ancient Office of Parish Clerk and the Parish Clerks Company of London by Cambridge University Press: 1971.
6. A companion to Arber: being a calendar of documents in Edward Arber's «Transcript of the registers of the Company of Stationers of London, 1554-1640» with text and calendar of supplementary documents. by. Greg, W. W. (Walter Wilson), 1875-1959. Oxford: Clarendon Press, 1967.
7. Stow J. The annals of England. London: [S.l. : s.n.], 1562.
8. Analytical index to the series of records known as the Remembrancia. Preserved among the Archives of the City of London, A.D. 1579-1664 / ed. by E. J. Francis. L., 1878.
9. Acts of the Privy Council of England. 1578-1580/ ed. by J.R. Dasent. L., 1974. Vol. XI.
10. URL: <http://historical.hsl.virginia.edu/plague.html> (дата обращения 10.07.2021).
11. Munimenta Gidhalla Londoniensis: Liber Albus, Liber Custumarum, Et Liber Horn / ed. by H. T. Riley. London: Oxford University, 1861. Vol. I.
12. Norman M. The History of St. Bartholomew's Hospital C.A. Pearson Limited, 1918.



## ПРЕПОДАВАНИЕ НАУЧНОГО СТИЛЯ ИНОСТРАННЫМ СТУДЕНТАМ СТАРШИХ КУРСОВ АГРАРНОГО ВУЗА

Иткулов С. З., ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА

В статье говорится об особенностях обучения письменной научной речи в преподавании русского языка как иностранного на старших курсах. Подчеркивается важность обучения профессиональной коммуникации, важнейшим условием которой является овладение письменной научной речью. Отмечается, что студенту необходимо научиться оценивать информацию с точки зрения ее значимости, то есть уметь сокращать текст за счет дублирующей информации. Рассмотрены примеры наиболее частых случаев дублирования и сигналов дублирующей информации. Проанализированы некоторые случаи трансформирования научного текста, а именно – исключение из текста предложений, не несущих важной информации. Высказано мнение о том, что объединить информацию этих предложений можно в том случае, если между тематическими и рематическими частями имеются сходные отношения, вследствие чего выбирается один из способов выражения темы и один из способов выражения отношений между темой и ремой. Подчеркивается роль тезирования текстов при обучении письменной научной речи, для чего используются особые стратегии компрессии текста. Рассмотрен выбор стратегии в зависимости от типа сокращаемого текста. Делается вывод, что преподавание научного стиля иностранным студентам на старших курсах требует интегративного подхода с учетом специфики преподаваемых научных дисциплин, так как в практике преподавания научного стиля в рамках РКИ очень важно формирование навыков анализа письменной научной речи: темы и ремы текста, тезирование текста в зависимости от его типа, а также выход на построение собственного научного высказывания.

**Ключевые слова:** научный текст, дублирующая информация, тема, рема, тезирование.

**Для цитирования:** Иткулов С. З. Преподавание научного стиля иностранным студентам старших курсов аграрного вуза // Аграрный вестник Верхневолжья. 2021. № 3 (36). С. 91-94.

**Введение.** Общеизвестно, что для научной коммуникации наиболее характерна письменная форма общения. Поэтому в методике обучения русскому языку письменная речь традиционно являлась фиксатором знаний в области изучаемой темы [2, с. 36].

Студенты, изучающие русский язык как иностранный (РКИ) на старших курсах, уже умеют свободно общаться с носителями языка на различные темы, а также владеют опытом письменной коммуникации в разных сферах взаимоотношений между людьми. На старших курсах иностранным студентам необходимо научиться профессиональной коммуникации, а одним из важнейших условий для этого является

необходимость овладения письменной научной речью [5].

**Постановка проблемы.** Рассматривая научный текст как вариант общелитературного языка, можно говорить о том, что, несомненно, он характеризуется наличием ряда специфических составляющих: большим объемом терминологической лексики, расширенным спектром синтаксических конструкций научного стиля речи, рядом грамматических, структурно-логических и семантических особенностей [4, с. 13]. Поэтому студенту необходимо научиться оценивать информацию с точки зрения ее значимости, то есть уметь сокращать текст за счет дублирующей информации. Дублирование инфор-



мации состоит в повторении уже переданной информации другими языковыми средствами.

Рассмотрим примеры такого дублирования:

1. *Белки могут проявлять как кислые, так и щелочные свойства, иными словами, обладают амфотерностью.*

2. *Кристаллизацию переохлажденной воды в клетках могут вызвать бактерии-сапрофиты, т.е. бактерии, живущие на растениях, но самостоятельно добывающие себе пропитание.*

3. *Ферменты, или энзимы, - специфические белковые катализаторы, присутствующие во всех живых клетках.*

4. *Понижение уровня грунтовых вод влечет осухододливание прилегающих территорий, иначе говоря, превращает их в пустыню.*

5. *Синтетические полимеры получают в результате процесса полимеризации – соединения малых молекул в большие.*

Как видим, в научной литературе частым случаем дублирования является объяснение уже названного явления, понятия, в данном случае – термина. При сокращении текста выбирается один из вариантов – понятие, термин или его объяснение. Если термин является общеупотребительным, то, как правило, его объяснение опускается. Сигналами дублирующей информации служат слова и конструкции: «или», «то есть (т.е.)», «иными (другими) словами», «это означает (значит)», «что означает», «иначе говоря».

Важно также помнить, для кого предназначен тот или иной текст – если для специалиста в соответствующей области науки, то научную терминологию можно сохранить, если же нет – опустить, сохранив общеупотребительные слова.

При работе иностранных студентов с научным текстом особое место отводится трансформированию синтаксических конструкций с целью формирования языковых навыков и речевых умений учащихся [1, с. 118]. Это в первую очередь связано со сложностью синтаксиса научной речи, который отличается обилием конструкций типа причастных, деепричастных оборотов, сложных предложений с несколькими придаточными, множеством шаблонных конструкций и т. д. [3, с. 36]. Таким образом, важным элементом обучения научной речи на старших курсах является трансформирование текста, а именно – исключение из текста предложений, не несущих важной инфор-

мации. Дублирование информации может создаваться за счет общности тематических частей смежных предложений. Объединить информацию этих предложений можно в том случае, если между тематическими и рематическими частями имеются сходные отношения (качественные характеристики, части и целого, причинно-следственной обусловленности и т.д.). Выбирается один из способов выражения темы и один из способов выражения отношений между темой и ремой.

Рематическая часть может быть введена в сокращенный текст с изменением формы или без изменения в зависимости от показателя отношений.

Таким трансформированием (сокращением текстов за счет дублирующей информации) может быть:

- объединение информации двух-трех предложений в одно:

1. *Металлы отличаются характерным блеском, они ковки. Характерной их особенностью является тягучесть. Они обладают хорошей теплопроводностью и электропроводностью.* – *Металлы отличаются характерным блеском, ковкостью, тягучестью, тепло- и электропроводностью.*

2. *Коксовый газ используется в качестве топлива для нагревания мартеновских печей, печей стекольной и керамической промышленности. Кроме того, коксовый газ служит сырьем при синтезе химических продуктов.* – *Коксовый газ используется в качестве топлива для нагревания мартеновских печей, печей стекольной и керамической промышленности, а также сырья при синтезе химических продуктов.*

3. *Недостаток пресной воды, наблюдающийся во многих районах земного шара, обусловлен неравномерным распределением водных ресурсов по территории Земли. Дефицит воды вызван и резко возросшим ее потреблением на экономические и бытовые нужды. Водный дефицит связан также и с возрастающим загрязнением природных вод.* - *Недостаток пресной воды, наблюдающийся во многих районах земного шара, обусловлен неравномерным распределением водных ресурсов по территории Земли, резко возросшим потреблением воды на экономические и бытовые нужды, а также возрастающим загрязнением природных вод*



- передача предложения другими словами:

1. *Организм использует белки как источник энергии только в тех случаях, когда испытывает недостаток основных субстратов энергии. Основными субстратами энергии являются углеводы и жиры. – Организм использует белки как источник энергии только в тех случаях, когда испытывает недостаток основных субстратов энергии – углеводов и жиров.*

2. *Олово является одним из самых мягких металлов. Однако при сплавлении с медью олово придает ей твердость. – Олово - один из самых мягких металлов: при сплавлении с медью придает ей твердость.*

3. *У морских млекопитающих обнаружено высокое содержание миоглобина. Миоглобин – это дыхательный пигмент мышечной ткани, создающий запасы кислорода в мышцах. – У морских животных обнаружено высокое содержание миоглобина – дыхательного пигмента мышечной ткани, создающего запасы кислорода в мышцах.*

Большую роль при обучении научной речи на продвинутом этапе играет тезирование текста. Для записи тезисов используют особые стратегии по сжатию, сокращению текста. Выбор стратегии зависит от типа сокращаемого текста. Так, при тексте-доказательстве приводится утверждение-тезис, а потом аргументы: *«Организация современного медицинского прогноза погоды необходима для предупреждения различных заболеваний. Аргументами в пользу этого служит тот факт, что постоянное нахождение современного человека в комфортных условиях ухудшает его способность приспосабливаться к изменяющимся климатическим условиям»*. Задание: найти тезис и аргументирующую часть.

В тексте-объяснении вначале следует тезис, а затем его объяснение: *«Чем быстрее идет развитие нашего общества, тем больше нарастает уровень тревожности у людей. Это значит, что в настоящее время почти каждый человек сталкивается с проблемой стресса»*. Задание: найти тезис и поясняющую часть.

В тексте-определении дается определение термина или понятия, сокращения производятся за счет исключения избыточных слов и оборотов, упрощения синтаксических конструкций: *«Под теоремой в математике понимает-*

*ся утверждение (предложение), которое устанавливают при помощи доказательства»*. Конструкции, с помощью которых оформляется определение, вам уже хорошо знакомы: *«Под чем понимается / подразумевается что»*, *«Чем называется что»*, *«Что носит / получило название чего»*, *«Что - это что»*, *«Что есть что»*, *«Что является чем»*. Задание: записать информацию в виде тезисов.

В тексте-описании даются основные характеристики и параметры объекта, описываются его качества и свойства. Для того, чтобы записать такой тип текста в виде тезиса, необходимо найти субъект (о чем говорится в тексте?), а затем текстовые предикаты (что говорится об объекте?). После этого необходимо соединить найденную информацию в одно высказывание (используя причастия и деепричастия), и, если нужно, сократить его. Такую же работу необходимо проделать с текстом-повествованием: *Законы физики распространяются на все объекты природы. Эти законы отражают объективно существующие связи между предметами и явлениями природы. Они сформулированы словесно или в математической форме.* – *Законы физики – это законы, распространяющиеся на все объекты природы, отражающие объективно существующие связи между предметами и явлениями природы и сформулированные в словесной или математической форме* (описание).

Процесс образования облаков происходит таким образом. Солнце нагревает землю. При этом из почвы испаряется влага. В верхних слоях атмосферы нагретый воздух охлаждается. Вся лишняя влага превращается в мельчайшие капельки воды или конденсируется. – Процесс образования облаков заключается в нагревании земли солнцем, испарении из почвы влаги, охлаждении нагретого воздуха и конденсации влаги в верхних слоях атмосферы (повествование).

**Выводы.** Преподавание научного стиля иностранным студентам на старших курсах требует интегративного подхода с учетом специфики преподаваемых научных дисциплин. Дело в том, что присущие научному высказыванию экстралингвистические особенности (абстрактность, логичность, доказательность, объективность, стандартизированность изложения) оказывают влияние и на используемые языковые средства, вследствие чего знание студентами



функциональной системы общелитературного языка оказывается недостаточным для достижения поставленной цели [6, с. 235]. Поэтому в практике преподавания научного стиля в рамках РКИ очень важно формирование навыков анализа письменной научной речи: темы и ре-мы текста, тезисирования текста в зависимости от его типа. Полноценной организации обучения письменной научной речи на русском языке иностранных студентов будут способствовать постепенный переход от упражнений по анализу письменных научных текстов к заданиям по написанию собственных научных текстов – аннотаций, рефератов, научных статей, – а также внимание к содержанию, структуре и языку (лексике, фразеологии, морфологии, синтаксису) письменных научных текстов [5].

#### Список используемой литературы

1. Иткулов С. З. Трансформирование научных текстов при обучении русскому языку как иностранному в аграрном вузе // Аграрный вестник Верхневолжья. 2020. № 3. С. 118-121.
2. Константина Л. А. Лингводидактическая модель обучения студентов-нефилологов письменным формам научной коммуникации: Монография. Тула: Известия Тул. гос. ун-та, 2003.
3. Парочкина М.М. Работа с научно-учебным текстом на занятиях РКИ как основа формирования коммуникативной компетенции учащихся технических вузов // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2018. № 4 (12). С. 34-39.
4. Пашкова М. Н. Обучение аудированию и конспектированию научного монологического высказывания иностранцев-нефилологов на материале языка специальности (фреймовый подход): дис. ... канд. пед. наук. СПб., 2014.
5. ХэЮЙ Особенности обучения письменной научной речи иностранных учащихся на продвинутом этапе: //Интернет-журнал «Мир науки». 2018. № 3. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/22PDMN318.pdf> (дата обращения: 14.03.2021).
6. Янушевская И. Б. Учет особенностей научного стиля речи при профессионально ориентированном обучении иностранных студентов-медиков на довузовском этапе // Проблеми і перспективи мовної підготовки іноземних студентів: матеріали XII Міжнародної наук.-практ. конф. (12-13 жовтня 2017 р.). Харків: ХНАДУ, 2017. С. 235-240.

#### References

1. Itkulov S. Z. Transformirovaniye nauchnykh tekstov pri obuchenii russkomu yazyku kak inostrannomu v agrarnom vuze // Agrarnyy vestnik Verkhnevolzhya. 2020. № 3. S. 118-121.
2. Konstantinova L. A. Lingvovidakticheskaya model obucheniya studentov-nefilologov pismennym formam nauchnoy kommunikatsii: Monografiya. Tula: Izvestiya Tul. gos. un-ta, 2003.
3. Parochkina M.M. Rabota s nauchno-uchebnym tekstom na zanyatiyakh RKI kak osnova formirovaniya kommunikativnoy kompetentsii uchashchikhsya tekhnicheskikh vuzov // Pedagogika. Voprosy teorii i praktiki. 2018. № 4 (12). S. 34-39.
4. Pashkova M. N. Obuchenie audiroyaniyu i konspektirovaniyu nauchnogo monologicheskogo vyskazyvaniya inostrantsev-nefilologov na materiale yazyka spetsialnosti (freymovyy podkhod): dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata pedagogicheskikh nauk. SPb., 2014.
5. KheYuy Особенности обучения письменной научной речи иностранных учащихся на продвинутом этапе. //Internet-zhurnal «Mir nauki». 2018. № 3. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/22PDMN318.pdf> (data obrashcheniya: 14.03.2021).
6. Yanushevskaya I. B. Uchet osobennostey nauchnogo stilya rechi pri professionalno orientirovannom obuchenii inostrannikh studentov-medikov na dovuzovskometape // Problemi i perspektivimovno pidgotovki inozemnikh studentiv: materialy KhII Mizhnarodnoi nauk.-prakt. konf. (12-13 zhovtnya 2017 r.). Kharkiv: KhNADU, 2017. S. 235-240.



# ABSTRACTS

## AGRONOMY

*Borin A. A., Loshchinina A. E.*

### **INFLUENCE OF TILLAGE SYSTEMS WITH LONG-TERM USE IN CROP ROTATION ON THE SOIL FERTILITY, PLANT DEVELOPMENT AND YIELD**

*Since 1989, various treatment systems have been studied on sod-podzolic light loamy soil: annual dump – generally accepted for the Upper Volga region (control), annual flat-cutting and annual combined (dump-flat-cutting). The studies were carried out in a stationary field crop rotation with alternating crops: pure steam-winter wheat-oats + clover-clover-winter rye-potatoes-barley. The aim of the research is to study the influence of different intensity cultivation systems in crop rotation on the soil fertility, plant development and yield. After four rotations, an increase in the content of mobile phosphorus, exchangeable potassium and acidity in the soil was noted, which is associated with annual application of mineral fertilizers. The distribution of humus in the arable layer according to the dump and combined systems is homogeneous, while in flat-cut tillage it is differentiated, with its predominance in the upper layer of the soil. Microbiological processes were more active in the dump system of tillage. As for winter crops, flat-cut tillage provided a more uniform depth of seed embedding, increased the density of standing, safety and survival of plants. The distribution of plants root system in the dump and combined processing on the arable layer is relatively uniform, with flat-cutting – a greater number of roots are concentrated in the upper layer of the soil. On average, for four rotations, a yield of 2.87 t / ha of grain units was obtained by the flat – cut tillage system, and 2.77 t / ha by the dump and combined tillage.*

**Keywords:** *crop rotation, tillage systems, fertility, yield.*

**Vasilenkov V. F., Vasilenkov S. V., Baidakova E. V., Torikov V. E.**

### **THE ROLE OF CHEMELIORANTS AND INTENSIFIERS IN WASHING SOILS FROM CONTAMINATION WITH CESIUM RADIONUCLIDES-137**

*This article presents the results of studies of chememeliorants and intensifiers effect on the washing of radio-cesium from the soil. The special importance of their use on the lands of small settlements and personal subsidiary farms is emphasized, where the issue of saving water and reducing the internal exposure of the population to the consumption of contaminated crop products is acute. When developing the technology for leaching caesium-137 from the soil, we considered many ways to affect soil particles. Trying to speed up the washing process, we used chemical fertilizers: potassium chlorine, ammonium nitrate, lime and dolomite. Water was also watered from the drainage channels, where an abundance of trace elements coming from the drainage drain contributes to the accelerated leaching of caesium-137 from the soil. Application of organic fertilizers, in particular peat and non-radioactive manure, improves the filtration properties of soils, significantly increases water savings for washing out the 1st Bq/kg. Methods such as treatment of water and soil with ultrasound and their saturation with air using a compressor are considered as intensifiers. These activities contributed to the decompression of diffuse layer, improving the leaching conditions of cesium. All the chememeliorants and intensifiers used by us have been repeatedly tested by us in (more than 100) laboratory experiments and field experiments. Concomitant natural phenomena contributing to the leaching of cesium-137 have been identified. Such as soil freezing and carbon dioxide release during soil thawing. All the measures we consider are paid off by the cost of the prevented dose and by increasing the crop.*

**Keywords:** *chememeliorants, radio-cesium, washing intensifiers, cesium leaching, discrimination, desorption, illuvial horizon, prevented individual radiation dose.*



*Ivanov D. I., Ivanova N. N., Prokina L. N.*

### **YIELD AND SOWING QUALITIES OF SPRING WHEAT DEPENDING ON VARIETY AND FOLIAR TREATMENT WITH MANGANESE, COPPER AND MOLYBDENUM**

*The article presents data on grain yield and sowing qualities of the resulting spring wheat yield, depending on the variety and the use of microfertilizers of manganese, copper, molybdenum and "Ultramag combi". The research was carried out in a two-factor short-term field experiment carried out in 2018-2019 in Mordovian Research Institute of Agricultural Research, a branch of the North-East Federal State Budgetary Scientific Research Center under heavy loam leached chernozem condition. The experiment scheme included 21 variants: factor A: spring wheat variety: 1) Tulaykovskaya 10 (standard); 2) Tulaykovskaya 108; 3) Yoldyz; Factor B: foliar treatment with fertilizers: 1) control (tap water treatment); 2) N in amide form (background): 0.39 kg/ha 3) background + Mn+Cu; 4) background + Mn+Mo; 5) background + Cu+Mo; 6) background+Mn+Cu+Mo; 7) «Ultramag combi» – 2 l/ha. Mixtures of trace elements Mn, Cu, Mo were used in a total concentration of 0.03 %, equivalent to the total concentration of trace elements in the working solution of preparation "Ultramag Combi". The treatments were carried out twice in the tillering and earing phase. It was found that the best productivity indicators were formed in spring wheat of the Yoldyz variety. The highest yield of spring wheat of the Tulaykovskaya 10 and Tulaykovskaya 108 varieties was formed during foliar treatment of crops with a paired mixture of copper and molybdenum on the background of nitrogen, and the Yoldyz variety – manganese and copper, as well as manganese and molybdenum on the background of nitrogen. The Yoldyz variety had the greatest responsiveness in improving the sowing qualities under the influence of fertilizer preparations. Paired application of manganese and copper, manganese and molybdenum, as well as the preparation "Ultramag combi" was the most effective of the studied combinations of microfertilizers, in improving the complex of sowing qualities of spring wheat varieties Tulaykovskaya 10 and Yoldyz.*

**Keywords:** spring wheat; leached chernozem; variety; microfertilizers; yield; germination; germination energy; seed growth power.

*Utkin A. A., Lukyanov S. N.*

### **THE EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION ON THE YIELD AND QUALITY OF WINTER WHEAT GRAIN**

*In the field production experience on winter wheat with the use of different doses and terms of nitrogen application in the top dressing, it was found that the use of mineral fertilizers provided a significant (by 12.4 c/ha) increase in yield. The use of diagnostic doses of nitrogen fertilizers also significantly increased the yield of winter wheat in relation to the control by 16.5-20.8 c/ha, and to the background version – by 4.1-8.4 c/ha.*

*The additional application of diagnostic doses of nitrogen fertilizers was also justified by the higher payback of fertilizers. Thus, when applying calculated doses to the planned grain harvest, the payback was 9.5 kg of grain per 1 kg of active substance, and when applying diagnostic doses of nitrogen increased to 10.3-10.9 kg/kg, which is about 2 times higher than the standard (5-6 kg of grain/1 kg of active substance) value.*

*The introduction of mineral fertilizers and, above all, nitrogen, had a significant impact on the quality of grain. The application of the calculated background dose of fertilizers and diagnostic doses of nitrogen increased the protein content in the grain, the content of raw gluten and fiber in comparison with the control. The content of nitrates in the grain increased with an increase in the applied dose of nitrogen, but nevertheless was in low concentrations, significantly below the maximum permissible concentration.*

*The grown wheat grain of the control variant in terms of the mass fraction of raw gluten and protein belongs to class 5-feed grain. The use of full mineral fertilizer increased the class of the grown grain to class 4-food grain. The highest quality indicators of grain were achieved during fertilizing according to complex diagnostics, while the grown grain corresponded to class 3 (valuable grain).*

*The lowest cost and the highest profitability of grain production was obtained in the variant using a complex (soil and tissue) diagnostic dose of nitrogen on the background of mineral fertilizers.*

**Keywords:** nitrogen fertilizers, top dressing, yield, grain quality, winter wheat

**VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNY**

*Lavrentiev A. Yu., Mikhailova L. R., Zhestianova L. V.*

**SPECIAL COMPOUND FEED AND IMMUNOSTIMULATOR  
FOR RAISING SUCKLING PIGS**

*One of the main problems during raising and organization of feeding piglets by sows is that they get used to eating various top dressings and special compound feeds, as soon as possible, warning against various diseases (diarrhea, anemia). Based on it, they should be provided with zoohygienic standards of maintenance, care and feeding. Compliance with all these conditions will ensure and strengthen the health of suckling piglets, improve their safety and survival. It will allow in the subsequent stages, that is, when growing, fattening or growing for repairs, to show high productivity at the expense of good health. Feeding piglets up to 2 months of age is the most important period in the life of a piglet. At the beginning of their life, the first two weeks, the only food of suckling pigs is sow's milk. The required amount of nutrients up to 3 weeks of age is met, as a rule, at the expense of sow's milk, but from the first days of life they need to be additionally fed. The aim of the article is to study the effectiveness of using special compound feeds (superstarter, prestarter, starter) as top dressing and feed for suckling piglets, as well as using an immunostimulator to maintain their health, better growth and development. As a result of the research, it was revealed that suckling pigs that received special superstarter, pre-starter and starter feed, depending on their age, as well as young animals that were additionally intramuscularly injected with an immunostimulator, had a higher safety by 6.97% in the 1 experimental group and by 7.3% in the 2 experimental group, and growth rate. Suckling pigs of the second experimental group grew the best during the experimental period (60 days) and amounted to 17.68 kg, which is more than in the control group by 1.2 kg or 7.28% and by 0.63 kg or 3.7% in the first experimental group, respectively. The milk content of sows of the 2 experimental group was 59.0 kg, which is higher than in the control group by 11.1 kg or 23.2% and in the 1 experimental group-by 2.75 kg or 4.9%. The deviation between the experimental piglets of the control group and the 1 experimental group according to this indicator was 8.35 kg or 17.4% in favor of the 1 experimental group.*

**Keywords:** compound feed, suckling pigs, live weight, milk content, safety, growth.

*Lebedeva M. B., Kicheeva T. G., Glukhova E. R.*

**THE DEFEAT OF ANIMALS WITH TOXIC SUBSTANCES  
OF ANTHROPOGENIC NATURE**

*Intensive pollution of natural environment occurs as a result of harmful substances emission into the atmosphere from stationary sources and motor vehicles. The emissions are based on carbon monoxide, sulfur dioxide, nitrogen oxide, hydrocarbons and others. The main contribution to emissions from stationary sources is made by enterprises of energy complex, mechanical engineering, chemistry and motor transport. A significant contribution to environmental pollution is made by enterprises and the processing industry of the agro-industrial complex in the form of various wastes.*

*Statistically unaccounted sources of pollution are boiler houses, thermal power plants in cities and in working settlements, settlements, where as a result of burning fuel at high temperature, a toxic compound – dioxin is released into the atmosphere. Dioxins are highly toxic and can cause problems in the field of reproductive health and development, hormonal disorders, damage to the immune system, as well as having a carcinogenic effect.*

*Agricultural territories and soils are polluted with heavy metal salts. This group has a negative effect on the animal's body. This is expressed in a violation of the digestive function, neurovegetative processes, an increase in the frequency of cardiovascular diseases, calcium metabolism, etc.*

*We cannot help taking into account the impact of emissions on environment at the locations of military units.*

*Thus, toxic substances of anthropogenic nature, entering human and animal bodies, cause metabolic disorders of the reproductive function, hereditary defects, decreased immunity, and in productive animals - a decrease in productivity and deterioration of their quality[4, pp. 64-67]. That is, an unfavorable sanitary-epidemiological and veterinary-sanitary situation is formed on a cumulative scale.*

**Keywords:** Toxic substances, heptyl, dioxin, heavy metal salts, T3, T4, insulin, cortisol.



**Shatokhin K.S., Nikitin S.V., Kochnev N.N.,  
Zaporozhets V.I., Sedovich M.E., Korshunova E.V., Ermolaev V.I.**

### **CHANGE OF HERD STRUCTURE OF MINI-PIGS OF ICG SB RAS, IN TERMS OF SYSTEMATIC INBREEDING**

*The purpose of this article is to study the dynamics of progenitor genotype shares and the inbreeding coefficient in the context of history of laboratory mini-pigs breeding groups creation in ICiG SB RAS. It is shown that the herd is descended from five sows - the progenitors of a large white breed (KB1902, KB1906, KB1910, KB1912 and KB1926), three Svetlogorsk (MS2853, MS2913 and MS2987), two Landrass (LNDR03 and LNDR07) and two Vietnamese (VTN300 and VTN3000.1) boars. At the same time, at the present moment, only four progenitor boars (MS2853, MS2987, LNDR07 and VTN300) have direct male descendants, and only three sows (KB1902, KB1906 and KB1910) have given rise to families. Despite the fact that the effective number of the herd was no more than 77 individuals in each generation and 40 during each breeding campaign, the inbreeding rate of the reproductive group was in the range of 3-7 %, which corresponds to a moderate value. At the same time, the inbreeding coefficient was formed mainly due to the return crosses on the progenitors belonging to the small form of a domestic pig, namely, Svetlogorsk and Vietnamese boars. In the process of breeding, there was no complete loss of genotype shares in any of the progenitors. It was found that the inbreeding coefficient did not have a significantly negative dynamics per each parent in herd. The analysis of the results of this study showed that the differentiation of initial brood stock into the progenitors of families and the mothers of lines progenitors partially avoids return crosses and allows you to plan inbreeding only for outstanding boars-progenitors.*

**Keywords:** laboratory mini-pigs, closely related crosses, genotype shares, inbreeding coefficient, progenitors, reproductive number of herd

### **ENGINEERING AGROINDUSTRIAL SCIENCE**

**Volkhonov M.S., Mamaeva I.A., Kovalenko R.M., Belyakov M.M.**

### **CLASSIFICATION AND WAYS OF MOBILE GRAIN DRYERS IMPROVEMENT**

*Grain drying, especially in small batches, is the most complex and energy-consuming technological operation of post-harvest processing. As a rule, manufacturers of grain dryers do not publish complete information about their main technological and economic performance indicators, which causes great difficulties for consumers when buying dryers. The analysis of designs and technical and economic indicators of mobile grain dryers produced in the world, which allowed to make their classification by design, mode of operation, nature of the interaction of the drying agent with grain layer, the organization of grain layer movement and its condition, energy-saving techniques, method of movement. In addition, a table has been compiled, the content of which mostly reflects technical and economic indicators for different types and brands of mobile grain dryers. To assess the effectiveness of this type of dryer, it is proposed to introduce a "comprehensive indicator of the perfection of dryer design", which takes into account specific metal consumption and specific heat consumption. The calculation of indicator for different types of grain dryers determined the range of its values: 0.91...5.85 (MJ · t·h)/(pl. t·kg. ev.m), while for a more efficient grain dryer it takes the lowest value. Such dryers include mobile grain dryers of bunker type Fratelli Pedrotti Large series, SZP-32, Mecmar CPT series, for which the complex indicator of design perfection is equal to 0.91, respectively; 1.54; 1.70 (MJ · t·h)/(pl. t · kg. ev. m). The introduction of a comprehensive indicator of dryer design perfection makes it easier for the consumer to choose a grain dryer. The selection method can be based on a graphical representation of this indicator and its unit cost. The results of the study allowed us to determine ways for improving the design of mobile dryers.*

**Keywords.** Grain dryer; mobile dryer; dryer; grain drying; efficiency; methodology; improvement; directions.



Lebedev V.D., Smirnov S.F., Terentiev V.V.

## CALCULATION OF MECHANICAL RELIABILITY OF TRANSFORMER HOUSING

The paper marked that during operation of the current and voltages transformer, it is heated to 80°C, in this case, the connection of the wall (bottom) is often destroyed with a cylinder wall. As a result, the electrical insulation material does not provide protection against breakdown, and the transformers fail. In the paper, mathematical expressions are proposed for calculating the pressure on the housing of a current and voltages transformer made of steklotekstolit, due to the heating of the insulating material inside the housing during its work. Expressions for calculating internal forces, stresses, and displacements in the cylindrical part and the bottom (wall) of the transformer housing are obtained. The diagrams of moments along the length of the cylindrical part of the housing and the height of the housing cover are given. The dependences of the stresses in the wall on the wall thickness are obtained. To improve the strength characteristics of the transformer housing, it is proposed to take a number of design measures based on the calculated data. Calculations have shown that stresses in the transformer housing do not exceed the strength characteristics of the steklotekstolit with a transformer housing thickness of 2,5 mm. Therefore, no replacement of the housing material is required. According to the obtained data, the most effective is the thickness of the walls and bottom of the transformer housing, equal to 2,5 mm. It ensures high strength and flexibility of the housing elements. The increased flexibility helps to compensate for the thermal expansion of the electrical insulating material inside the current and voltages transformer housing. However, to ensure the integrity of the transformer housing during its operation and heating of the insulating material inside the housing, it is necessary to strengthen the coupling unit of the bottom with the housing by introducing additional connections in the form of nylon threads. The obtained dependences can be used to calculate transformers of similar design.

**Keywords:** current and voltages transformer, bending moment, strength, longitudinal force, pressure, normal voltage.

---

Nikolaev V. A.

## LIMITING THE ANGULAR SPEED OF SEMI-AUTOMATIC GRAIN CLEANING MACHINE

The main drawback of grain-cleaning machines with rectangular grids is limited bandwidth, due to logical contradiction? that is as you pass through the sieve, the amount of material being cleaned on the grid decreases and the width of the sieve remains the same. At the same time, a large part of the sieve works inefficiently, as only part of its surface is covered with cleaned material. To overcome this shortcoming, a high-performance semi-automatic grain-cleaning machine with grids representing, together, an infused truncated cone, making vertical vibrations is proposed. The housing of semi-automatic grain-cleaning machine rotates. To clean grids from grains stuck in the holes without the use of additional devices a sufficient force of impact on the grain should act at the moment of change in the direction of movement in lower position. To clean the lattice from the grains stuck in the holes, there should be sufficient force of impact on the grain at the moment of change in direction of movement in the lower position. Since the inertia force of the grain at the time of changing the direction of movement of the sieve in the lower position is an order of magnitude greater than gravity, at the time of changing the direction of movement of the sieves in the lower position, the grains that are stuck in the holes of the sieves will be removed from them. In order to ensure rational separation of grain pile, angular velocity of the body of a semi-automatic grain cleaning machine should be determined. As a result of calculations, the angular velocity of the body of a semi-automatic grain cleaning machine is determined.

**Keywords.** Grain cleaning machine, infused truncated cone, vertically oscillating sieve, grain interaction with grill, force of impact on the grain, angular speed.

---



**Semichev S.V., Panov A.I., Mosyakov M.A.**

### **TECHNIQUE OF CARRYING OUT FIELD STUDIES OF A CONTROLLED ATTACHMENT ON SUGAR BEET CROPS**

*The article notes a tendency to increase the acreage of sugar beet. Correlation data of indicators of gross harvests, sown areas and sugar beet yield in the Russian Federation are given. The volume of production could be increased due to the intensification of agricultural production. At the same time, it is necessary to minimize damage and loss of sugar beet root crops in the harvested heap, there should not be more than 20 % of them, including severely damaged ones, no more than 5 %. The presence of an extensive root system complicates the harvesting process and makes it the most energy-intensive technological operation. To reduce damage to root crops and their efforts to extract from the soil during harvesting, we used a unit as part of an MTZ-1523 tractor with navigation equipment and controlled attachment with USMK-5.4V hillier cultivator. Carrying out field tests established the optimal operating modes for the controlled attachment: the machine-tractor forward speed  $V_{MTA} = 1.4$  m/s, transverse speed of the tool  $V_p = 0.1$  m/s. The evenness of sugar beet root crops increased up to 20 %, in the longitudinal position relative to the line of their planting and along the height of the heads relative to the field surface, which subsequently made it possible to reduce the damage of root crops during harvesting by 10...12 %. It has been determined that a decrease in effort makes it possible to increase the productivity of root-harvesting machines by 12...15 %.*

**Keywords:** sugar beet, harvesting, controlled attachment, damage of root crops, extraction forces reducing.

### **SOCIO-ECONOMIC SCIENCES AND HUMANITIES**

**Antonov A. A., Fomichev D. S., Romanov A. G., Shalenkova N. V., Maryina N. V.**

### **ROLE OF PHYSICAL EDUCATION IN STUDENTS ADAPTATION (ON THE EXAMPLE OF FSBEI HE IVANOVO STATE AGRICULTURAL ACADEMY AND FSBEI HE IVANOVO STATE MEDICAL ACADEMY)**

*One of the main tasks of modern education is the preparation of a highly qualified motivated graduate with the relevant competencies. This system will not be fully implemented without sufficient adaptation of first-year students to the new learning environment. Adaptation of first-year students of a narrow-profile university (medical and agricultural in the field of veterinary medicine) is one of the fundamental conditions for high-quality training of a graduate. The level of their professional activity and, as a consequence, the level of development of medicine and health care in the Russian Federation depends directly on it. In our study, we used the data of a survey conducted among first-year students of Ivanovo State Agricultural Academy and Ivanovo State Medical Academy of the Ministry of Health of Russia. As a result, it was revealed that one of the main mechanisms aimed at the implementation of adaptive reactions of students can be educational and extracurricular physical culture activities. 88.6% of students answered in favor of the fact that physical culture helped them to adapt faster within the walls of a specialized university and helped to establish new interpersonal relationships; 9.3% of students found it difficult to answer these questions, and 2.1% answered that they did not feel the difference and did not note help of physical culture in their adaptation at the university. Based on these results, it is possible to emphasize the important role of physical culture in the adaptive changes of students, as well as in the formation of their not only physical, but also mental and social health.*

**Keywords:** adaptation, physical education, student, higher educational institution.



Bashmakova E. V., Guseva M. A.

### MEDICINE IN ENGLAND IN THE MIDDLE XVI-EARLY XVII CENTURIES AND METHODS FOR COMBATING INFECTIOUS DISEASES

*The explosive rise of production in England throughout the 16th century contributed to the rapid growth of the population in the cities. A particular growth in the population of cities was noted during the reign of Elizabeth I Tudor. Overcrowding and a relatively low standard of living of the population led to an increase in outbreaks of epidemics. It posed the challenge for the central authorities of the kingdom to develop national measures to combat major infectious diseases.*

*Central and city authorities took various sanitary and administrative measures to prevent the spread of plague and other diseases. So, in 1578, 17 instructions were issued on measures to combat the plague and methods of its treatment. In London, a «death register» was introduced, which included basic information about the number and causes of death among residents of the capital. The parish authorities also pledged to inform about the number of the dead. It marked the beginning of demographic and health statistics in the country. Specialized hospitals and clinics were opened. The methods of combating plague and other infectious diseases are being unified. The latter include smallpox, scurvy, malaria and fever, measles, etc.*

*At the same time, the theories of Hippocrates and Galen continued to dominate the medicine of that time. Most of the medicines were based on the medicinal properties of herbs and plants, the use of methods of bloodletting and perspiration. And for miraculous tinctures and medicines, ordinary Englishmen preferred to contact the merchants in the market or follow the recommendations from all kinds of publications.*

**Keywords:** medicine, methods and rules of treatment, diseases, England.

---

Itkulov S.Z.

### TEACHING SCIENTIFIC STYLE TO FOREIGN STUDENTS OF SENIOR COURSES OF AGRARIAN UNIVERSITY

*The article deals with the peculiarities of teaching written scientific speech in the teaching of Russian as a foreign language in senior courses. The importance of training in professional communication, the most important condition of which is the mastery of written scientific speech, is emphasized. It is noted that the student needs to learn how to evaluate information in terms of its significance, that is, to be able to shorten the text at the expense of duplicate information. Examples of the most frequent cases of duplication and signals of duplicate information are considered. Some cases of transformation of a scientific text are analyzed, namely, the exclusion of sentences from the text that do not carry important information. It is suggested that it is possible to combine the information of these proposals if there are similar relations between the thematic and the rematic parts, as a result of which one of the ways of expressing the topic and one of the ways of expressing the relationship between the topic and the rema is chosen. The role of text formatting in teaching written scientific speech is emphasized, for which special text compression strategies are used. The choice of the strategy depending on the type of the abbreviated text is considered. It is concluded that teaching the scientific style to foreign students in senior courses requires an integrative approach, taking into account the specifics of the scientific disciplines taught, since in the practice of teaching the scientific style within the framework of the RCT, it is very important to develop the skills of analyzing written scientific speech: topics and rhymes of the text, theses of the text depending on its type, as well as access to the construction of one's own scientific utterance.*

**Keywords:** scientific text, duplicate information, topic, rema, thesis.

---



**Антонов Андрей Алексеевич**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры физической культуры, ФГБОУ ВО Ивановская государственная медицинская академия.

E-mail: [a.a.antonov70@mail.ru](mailto:a.a.antonov70@mail.ru)

**Байдакова Елена Валентиновна**, кандидат технических наук, доцент кафедры природообустройства и водопользования, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, институт Энергетики и природопользования.

Email: [elena\\_baydakova@mail.ru](mailto:elena_baydakova@mail.ru)

**Башмакова Елена Владимировна**, кандидат исторических наук, старший преподаватель кафедры общеобразовательных дисциплин, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.

E-mail: [bash83@mail.ru](mailto:bash83@mail.ru)

**Беляков Максим Михайлович**, аспирант кафедры «Технические системы в агропромышленном комплексе», ФГБОУ ВО Костромская ГСХА.

E-mail: [m-belyakov-94@mail.ru](mailto:m-belyakov-94@mail.ru)

**Борин Александр Алексеевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.

E-mail: [Borin37@mail.ru](mailto:Borin37@mail.ru)

**Василенков Валерий Фёдорович**, доктор технических наук, профессор, академик МАЭП, Кафедра природообустройства и водопользования, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, институт Энергетики и природопользования.

**Василенков Сергей Валерьевич**, доктор технических наук, доцент кафедры природообустройства и водопользования, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, институт Энергетики и природопользования.

Email: [poivp@bgsha.com](mailto:poivp@bgsha.com)

**Волхонов Михаил Станиславович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Технические системы в агропромышленном комплексе», врио ректора ФГБОУ ВО Костромская ГСХА.

E-mail: [vms72@mail.ru](mailto:vms72@mail.ru)

**Antonov Andrey Alekseevich**, Assoc. prof., Cand. of Sc., Pedagogics, the Department of Physical Culture, FSBEI HE Ivanovo State Medical Academy.

E-mail: a.a.antonov70@mail.ru

**Baidakova Elena Valentinovna**, Assoc. prof., Cand. of Sc., Engineering, the Department of Environmental Management and Water Use, FSBEI HE Bryansk State University, Institute of Energy and Environmental Management.

Email: ele-na\_baydakova@mail.ru

**Bashmakova Elena Vladimirovna**, Cand. of Sc, History, Senior Lecturer of the Department of General educational disciplines, FSBEI HE Ivanovo State Agricultural Academy.

E-mail: [bash83@mail.ru](mailto:bash83@mail.ru)

**Belyakov Maksim Mikhailovich**, post-graduate student of the department "Technical systems in agro-industrial complex", FSBEI HE Kostroma State Agricultural Academy.

E-mail: [m-belyakov-94@mail.ru](mailto:m-belyakov-94@mail.ru)

**Borin Alexander Alekseevich**, Professor, Cand of Sc., Agriculture, the Department of Agrochemistry and Ecology, FSBEI HE Ivanovo State Agricultural Academy.

E-mail: [Borin37@mail.ru](mailto:Borin37@mail.ru)

**Vasilenkov Valery Fedorovich**, Professor, Doctor of Sc., Engineering, academician of MAEP, the Department of Environmental Management and Water Use, FSBEI HE Bryansk State University, Institute of Energy and Environmental Management.

**Vasilenkov Sergey Valерьевич**, Assoc. prof., Doctor of Sc., Engineering, the Department of Environmental Management and Water Use, FSBEI HE Bryansk State University, Institute of Energy and Environmental Management.

Email: [poivp@bgsha.com](mailto:poivp@bgsha.com)

**Volkhonov Mikhail Stanislavovich**, Professor, Doctor of Sc., Engineering, the Department of Technical Systems in Agroindustrial Complex, Acting Rector of FSBEI HE Kostroma State Agricultural Academy.

E-mail: [vms72@mail.ru](mailto:vms72@mail.ru)



**Глухова Элеонора Ромуальдовна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры морфологии, физиологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.  
E-mail: [dms-magus@mail.ru](mailto:dms-magus@mail.ru)

**Гусева Марина Александровна**, кандидат исторических наук, доцент кафедры общеобразовательных дисциплин, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.  
E-mail: [history@ivgsha.ru](mailto:history@ivgsha.ru)

**Ермолаев Виктор Иванович**, доктор биологических наук, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет».  
E-mail: [ermolaev@bionet.nsc.ru](mailto:ermolaev@bionet.nsc.ru)

**Жестянова Людмила Валентиновна**, аспирант кафедры общей и частной зоотехнии, Чувашский государственный аграрный университет.  
E-mail: [zhestyanova96@vfil.ru](mailto:zhestyanova96@vfil.ru)

**Запорожец Вера Ивановна**, зоотехник лаборатории молекулярной генетики и селекции сельскохозяйственных животных, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук».  
E-mail: [verazaporozec9@gmail.com](mailto:verazaporozec9@gmail.com)

**Иванов Дмитрий Ильич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии и ландшафтной архитектуры, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва.  
E-mail: [Ivanov\\_D-m@list.ru](mailto:Ivanov_D-m@list.ru)

**Иванова Наталья Николаевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва.  
E-mail: [Ivanov\\_D-m@list.ru](mailto:Ivanov_D-m@list.ru)

**Иткулов Сергей Зуфарович**, кандидат культурологии, доцент кафедры общеобразовательных дисциплин, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.  
E-mail: [italian.sergey79@mail.ru](mailto:italian.sergey79@mail.ru)

**Glukhova Eleonora Romualdovna** Assoc. prof., Cand of Sc., Biology, the Department of Morphology, Physiology and Veterinary Sanitary Expertise, FSBEI HE Ivanovo State Agricultural Academy. E-mail: [dms-magus@mail.ru](mailto:dms-magus@mail.ru)

**Guseva Marina Aleksandrovna**, Assoc prof., Cand. of Sc, History, the Department of General educational disciplines, FSBEI HE Ivanovo State Agricultural Academy.  
E-mail: [history@ivgsha.ru](mailto:history@ivgsha.ru)

**Ermolaev Viktor Ivanovich**, Doctor of Sc., Biology, FSBEI HE Novosibirsk State Agrarian University.  
E-mail: [ermolaev@bionet.nsc.ru](mailto:ermolaev@bionet.nsc.ru)

**Zhestianova Lyudmila Valentinovna**, post-graduate student of the Department of General and Special Zootechnics, Chuvash State Agrarian University.  
E-mail: [zhestyanova96@vfil.ru](mailto:zhestyanova96@vfil.ru)

**Zaporozhets Vera Ivanovna**, zootechnician, laboratory of molecular genetics and breeding of farm animals, FSBSI "Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences".  
E-mail: [verazaporozec9@gmail.com](mailto:verazaporozec9@gmail.com)

**Ivanov Dmitry Il'yich**, Assoc. prof., Cand. of Sc., Agriculture, the Department of agronomy and landscape architecture, National Research Mordovian State University named after N. P. Ogaryov.  
E-mail: [Ivanov\\_D-m@list.ru](mailto:Ivanov_D-m@list.ru)

**Ivanova Natalia Nikolaevna**, Assoc. prof., Cand. of Sc., Agriculture, the Department of production and processing of agricultural products, National Research Mordovian State University named after N. P. Ogaryov.  
E-mail: [Ivanov\\_D-m@list.ru](mailto:Ivanov_D-m@list.ru)

**Itkulov Sergey Zufarovich**, Assoc prof., Cand of Sc., Culturology, the Department of General educational disciplines, FSBEI HE Ivanovo State Agricultural Academy.  
E-mail: [italian.sergey79@mail.ru](mailto:italian.sergey79@mail.ru)



**Кичеева Татьяна Григорьевна**, кандидат ветеринарных наук, доцент, заведующая кафедрой морфологии, физиологии и ветеринарно-санитарной экспертизы, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.

E-mail: [tkicheeva@rambler.ru](mailto:tkicheeva@rambler.ru)

**Коваленко Родион Михайлович**, аспирант кафедры «Технические системы в агропромышленном комплексе», ФГБОУ ВО Костромская ГСХА.

E-mail: [kovalenko.rodion@mail.ru](mailto:kovalenko.rodion@mail.ru)

**Коршунова Елена Викторовна**, старший лаборант лаборатории молекулярной генетики и селекции сельскохозяйственных животных, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институту цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук».

E-mail: [vtiadead@gmail.com](mailto:vtiadead@gmail.com)

**Кочнев Николай Николаевич**, доктор биологических наук, профессор кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет». E-mail: [kochnev@nsau.edu.ru](mailto:kochnev@nsau.edu.ru)

**Лаврентьев Анатолий Юрьевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой общей и частной зоотехнии, ФГБОУ ВО Чувашский государственных аграрный университет.

E-mail: [lavrentev65@list.ru](mailto:lavrentev65@list.ru)

**Лебедев Владимир Дмитриевич**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой автоматического управления электроэнергетическими системами, ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет.

E-mail: [vd\\_lebedev@mail.ru](mailto:vd_lebedev@mail.ru)

**Лебедева Марина Борисовна**, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры морфологии, физиологии и ВСЭ, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.

E-mail: [mapina\\_61@mail.ru](mailto:mapina_61@mail.ru)

**Лошинина Алина Эдуардовна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.

E-mail: [alinalowinina@gmail.com](mailto:alinalowinina@gmail.com)

**Kicheeva Tatiana Grigorievna**, Assoc prof., Cand of Sc., Veterinary, Head of the Department of Morphology, Physiology and Veterinary Sanitary Expertise, FSBEI HE Ivanovo State Agricultural Academy.

E-mail: [tkicheeva@rambler.ru](mailto:tkicheeva@rambler.ru)

**Kovalenko Rodion Mikhailovich**, post-graduate student of the department "Technical systems in agro-industrial complex", FSBEI HE Kostroma State Agricultural Academy.

E-mail: [kovalenko.rodion@mail.ru](mailto:kovalenko.rodion@mail.ru)

**Korshunova Elena Viktorovna**, Senior Laboratory Assistant, Laboratory of Molecular Genetics and Breeding of Farm Animals, FSBEI "Federal Research Center of the Institute of Cytology and Genetics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences".

E-mail: [vtiadead@gmail.com](mailto:vtiadead@gmail.com)

**Kochnev Nikolai Nikolaevich**, Professor, Doctor of Sc., Biology, the Department of Veterinary Genetics and Biotechnology, FSBEI HE Novosibirsk State Agrarian University.

E-mail: [kochnev@nsau.edu.ru](mailto:kochnev@nsau.edu.ru)

**Lavrentiev Anatoly Yuryevich**, Professor, Doctor of Sc., Agriculture, Head of the Department of General and Special Zootechnics, FSBEI HE Chuvash State Agrarian University.

E-mail: [lavrentev65@list.ru](mailto:lavrentev65@list.ru)

**Lebedev Vladimir Dmitrievich**, Assoc. prof., Cand. of Sc., Engineering, Head of the Department of Automatic Control of Electric Power Systems, FSBEI HE Ivanovo State Power Engineering University.

E-mail: [vd\\_lebedev@mail.ru](mailto:vd_lebedev@mail.ru)

**Lebedeva Marina Borisovna**, Assoc.prof., Cand of Sc., Veterinary, the Department of Morphology, Physiology and Veterinary Sanitary Expertise, FSBEI HE Ivanovo State Agricultural Academy.

E-mail: [mapina\\_61@mail.ru](mailto:mapina_61@mail.ru)

**Loshchinina Alina Eduardovna**, Assoc. prof., Cand. of Sc., Agriculture, the Department of Agrochemistry and Ecology, FSBEI HE Ivanovo State Agricultural Academy.

E-mail: [alinalowinina@gmail.com](mailto:alinalowinina@gmail.com)



**Лукьянов Сергей Николаевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение центр агрохимической службы «Владимирский», врио директора.

E-mail: [info@vladagrohim.ru](mailto:info@vladagrohim.ru)

**Мамаева Ирина Алексеевна**, доктор педагогических наук, доцент кафедры «Физика и автоматика», помощник проректора по учебной работе по инновационным технологиям обучения, ФГБОУ ВО Костромская ГСХА.

E-mail: [irina-mamaeva@yandex.ru](mailto:irina-mamaeva@yandex.ru)

**Марьина Наталья Владиславовна**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры спортивных дисциплин, ФГБОУ ВО «Самарский государственный социально-педагогический университет». E-mail: [a.a.antonov70@mail.ru](mailto:a.a.antonov70@mail.ru)

**Михайлова Лилия Ревовна**, аспирант кафедры общей и частной зоотехнии, ФГБОУ ВО Чувашский государственный аграрный университет.

E-mail: [lmikhaylova01@mail.ru](mailto:lmikhaylova01@mail.ru)

**Мосяков Максим Александрович**, кандидат технических наук, старший преподаватель, Российской государственный аграрный университет — МСХА им. К. А. Тимирязева.

E-mail: [Maks.Mosyakov@yandex.ru](mailto:Maks.Mosyakov@yandex.ru)

**Никитин Сергей Вячеславович**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики и селекции сельскохозяйственных животных, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук». E-mail: [nsv1956@mail.ru](mailto:nsv1956@mail.ru)

**Николаев Владимир Анатольевич**, доктор технических наук, профессор кафедры «Строительные и дорожные машины», ФГБОУ ВО Ярославский государственный технический университет. E-mail: [Nikolaev53@inbox.ru](mailto:Nikolaev53@inbox.ru)

**Панов Андрей Иванович**, кандидат технических наук, доцент, Российской государственный аграрный университет — МСХА им. К. А. Тимирязева.

E-mail: [pandivof@mail.ru](mailto:pandivof@mail.ru)

**Lukyanov Sergey Nikolaevich**, Cand. of Sc., Agriculture, acting Director, FSBI Center of Agrochemical service "Vladimirsky".

E-mail: [info@vladagrohim.ru](mailto:info@vladagrohim.ru)

**Mamaeva Irina Alekseevna**, Assoc. prof., Doctor of Sc., Pedagogics, the Department of Physics and Automation, Assistant of Vice-Rector for Academic Affairs on Innovative Teaching Technologies, FSBEI HE Kostroma State Agricultural Academy. E-mail: [irina-mamaeva@yandex.ru](mailto:irina-mamaeva@yandex.ru)

**Maryina Natalya Vladislavovna**, Assoc. prof., Cand. of Sc., Pedagogics, the Department of Sports Disciplines, FSBEI HE Samara State Social and Pedagogical University.

E-mail: [a.a.antonov70@mail.ru](mailto:a.a.antonov70@mail.ru)

**Mikhailova Lilia Revovna**, post-graduate student of the Department of General and Special Zootecnics, FSBEI HE Chuvash State Agrarian University.

E-mail: [lmikhaylova01@mail.ru](mailto:lmikhaylova01@mail.ru)

**Mosyakov Maxim Alexandrovich**, Cand. of Sc., Engineering, Senior Lecturer, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev. E-mail: [Maks.Mosyakov@yandex.ru](mailto:Maks.Mosyakov@yandex.ru)

**Nikitin Sergey Vyacheslavovich**, Senior Researcher, Cand of Sc., Biology, Laboratory of Molecular Genetics and Breeding of Farm Animals, FSBSI "Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences".

E-mail: [nsv1956@mail.ru](mailto:nsv1956@mail.ru)

**Nikolaev Vladimir Anatolievich**, Professor, Doctor of Sc., Engineering, the Department of Construction and Road Machines, FSBEI HE Yaroslavl State Technical University.

E-mail: [Nikolaev53@inbox.ru](mailto:Nikolaev53@inbox.ru)

**Panov Andrey Ivanovich**, Assoc. prof, Cand. of Sc., Engineering, Russian State Agrarian University — Moscow State Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev.

E-mail: [pandivof@mail.ru](mailto:pandivof@mail.ru)



**Прокина Людмила Николаевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией агрохимии Мордовского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока.

E-mail: [Ivanov\\_D-m@list.ru](mailto:Ivanov_D-m@list.ru)

**Романов Александр Геннадьевич**, старший преподаватель кафедры физического воспитания, ФГБО ВО Ивановский государственный энергетический университет.

E-mail: [romanovbasket777@mail.ru](mailto:romanovbasket777@mail.ru)

**Седович Милена Евгеньевна**, студент очного отделения биолого-технологического факультета, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет».

E-mail: [milena2599@mail.ru](mailto:milena2599@mail.ru)

**Семичев Степан Владимирович**, младший научный сотрудник отдела технологий и машин в садоводстве, виноградарстве и питомниководстве, Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ.

E-mail: [noks\\_89@mail.ru](mailto:noks_89@mail.ru)

**Смирнов Станислав Федорович**, доктор технических наук, профессор кафедры теоретической и прикладной механики, ФГБО ВО Ивановский государственный энергетический университет. E-mail: [smirnovst55@gmail.com](mailto:smirnovst55@gmail.com)

**Терентьев Владимир Викторович**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технического сервиса и механики, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.

E-mail: [vladim-terent@yandex.ru](mailto:vladim-terent@yandex.ru)

**Ториков Владимир Ефимович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по научной работе и инновациям, ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Email: [bgsha@bgsha.com](mailto:bgsha@bgsha.com)

**Уткин Алексей Анатольевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой агрохимии и экологии, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА,

E-mail: [aleut@inbox.ru](mailto:aleut@inbox.ru)

**Prokina Lyudmila Nikolaevna**, Cand. of Sc., Agriculture, Head of the Laboratory of Agrochemistry, Mordovia Research Institute - branch of FSBSI "Federal agricultural research center of the north-east named after N. V. Rudnitsky".

E-mail: [Ivanov\\_D-m@list.ru](mailto:Ivanov_D-m@list.ru)

**Romanov Alexander Gennadievich**, Senior lecturer of the Department of Physical Education, FSBEI HE Ivanovo State Power Engineering University.

E-mail: [romanovbasket777@mail.ru](mailto:romanovbasket777@mail.ru)

**Sedovich Milena Evgenievna**, full-time student of the Faculty of Biology and Technology, FSBEI HE "Novosibirsk State Agrarian University".

E-mail: [milena2599@mail.ru](mailto:milena2599@mail.ru)

**Semichev Stepan Vladimirovich**, Junior Researcher of the Department of Technologies and machines in horticulture, viticulture and nursery breeding, Federal Scientific Agroengineering Center VIM.

E-mail: [noks\\_89@mail.ru](mailto:noks_89@mail.ru)

**Smirnov Stanislav Fedorovich**, Professor, Doctor of Sc., Engineering, the Department of Theoretical and Applied Mechanics, FSBEI HE Ivanovo State Power Engineering University.

E-mail: [smirnovst55@gmail.com](mailto:smirnovst55@gmail.com)

**Terentiev Vladimir Viktorovich**, Assoc. prof., Cand. of Sc., Engineering, Head of the Department of Technical Service and Mechanics, FSBEI HE Ivanovo State Agricultural Academy.

E-mail: [vladim-terent@yandex.ru](mailto:vladim-terent@yandex.ru)

**Torikov Vladimir Efimovich**, Professor, Doctor of Sc., Agriculture, Vice-Rector for Research and Innovation of the FSBEI HE Bryansk State University.

Email: [bgsha@bgsha.com](mailto:bgsha@bgsha.com)

**Utkin Alexei Anatolievich**, Assoc. prof., Cand. of Sc., Agriculture, Head of the Department of Agrochemistry and Ecology, FSBEI HE Ivanovo state agricultural Academy.

E-mail: [aleut@inbox.ru](mailto:aleut@inbox.ru)



**Фомичев Дмитрий Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент, врио ректора, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА,.  
E-mail: dsf81@mail.ru

**Шаленкова Надежда Вячеславовна**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры общеобразовательных дисциплин, ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА.  
E-mail: shalenkova85@mail.ru

**Шатохин Кирилл Сергеевич**, кандидат биологических наук, инженер-биотехнолог лаборатории энзимного анализа и ДНК-технологий, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет».  
E-mail: true\_genetic@mail.ru

**Fomichev Dmitry Sergeevich**, Assoc. prof., Cand. of Sc., Engineering, Acting Rector, FSBEI HE Ivanovo State Agricultural Academy,.  
E-mail: dsf81@mail.ru

**Shalenkova Nadezhda Vyacheslavovna**, Assoc. prof., Cand. Of Sc., Pedagogics, The Department of General educational disciplines, FSBEI HE Ivanovo state agricultural Academy.  
E-mail: shalenkova85@mail.ru

**Shatokhin Kirill Sergeevich**, Cand of Sc., Biology, engineer-biotechnologist of the laboratory of enzyme analysis and DNA technologies, FSBEI HE Novosibirsk State Agrarian University.  
E-mail: true\_genetic@mail.ru

АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

2021 № 3 (36)

Ответственный редактор В.В. Комиссаров  
Технический редактор М.С. Соколова.  
Компьютерная верстка М.С. Соколова  
Корректор Н.Ф. Скокан.  
Английский перевод А.И. Колесникова

Все права защищены. Перепечатка статей (полная или частичная) без разрешения  
редакции журнала не допускается.

Электронная копия журнала размещена на сайтах: <http://avv-ivgsha.ucoz.ru>;  
<http://www.elibrary.ru>

Дата выхода в свет: 21.09.2021  
Печ. л. 13,38. Усл. печ. л. 12,44. Формат 60x84 1/8  
Тираж: 100 экз. Заказ № 2648  
Цена свободная

Адрес учредителя, редакции и издателя: 153012, г. Иваново, ул. Советская, д.45.  
Телефоны: зам. гл. редактора - (4932) 32-94-23;  
Факс - (4932) 32-81-44. E-mail: [vestnik@ivgsha.ru](mailto:vestnik@ivgsha.ru)

Отпечатано в издательстве ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА  
153012, г. Иваново, ул. Советская, д.45.

# НОВЫЕ ПАТЕНТЫ



Учеными академии был получен новый патент на изобретение:

## «ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ СЫПУЧИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ»

(Патент на изобретение № 2752143)

Авторы: М. С. Волхонов, А. М. Абалихин, А. В. Крупин

Изобретение относится к сельскому хозяйству, а именно к устройствам для измельчения сыпучих сельскохозяйственных материалов. Центробежный измельчитель содержит бункер с загрузочной горловиной, корпус рабочей камеры измельчителя с выгрузной горловиной, установленный внутри камеры ротор, деку и решето. В загрузочной горловине выполнено отверстие, обеспечивающее забор воздуха для подачи его в рабочую камеру измельчителя. Выгрузная горловина размещена в нижней части рабочей камеры, и ее ось вертикальна. Использование изобретения позволит обеспечить качественный размол сыпучих сельскохозяйственных материалов.

