



ISSN 2227-4227

# ВЕСТНИК

## Курганской ГСХА

Научный журнал  
Основан в 2011 г.



№ 1 (49) / 2024

## **КУРГАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ Т.С. МАЛЬЦЕВА – ФИЛИАЛ ФГБОУ ВО «КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПРИГЛАШАЕТ К СОТРУДНИЧЕСТВУ**

Приглашаем к сотрудничеству ученых российских и зарубежных организаций по следующим научным тематикам:

- «Разработка технологий, методов и приемов повышения уровня реализации генетического потенциала животных и птицы в целях получения высококачественного и безопасного животноводческого сырья»;
- «Совершенствование ветеринарно-санитарных мероприятий, контроля качества и безопасности использования кормов и продуктов животного происхождения»;
- «Анализ устойчивости техногенных экосистем при антропогенной нагрузке»;
- «Разработка технологических приёмов возделывания сельскохозяйственных культур с учетом трансформации почвенного плодородия»;
- «Совершенствование племенных, продуктивных качеств сельскохозяйственных животных и элементов технологии производства продукции животноводства»;
- «Методы и приемы мониторинга фитосанитарного состояния и продуктивности агробиоценозов»;
- «Изучение экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур»;
- «Совершенствование и разработка технологических приемов реализации генетического потенциала животных и повышение качества конкурентоспособной пищевой продукции»;
- «Эффективное использование земель, как фактор формирования устойчивого землепользования»;
- «Разработка технологических приёмов возделывания сельскохозяйственных культур с учетом трансформации почвенного плодородия».

В рамках программ сотрудничества возможна совместная научная работа, проведение международных научно-практических конференций и семинаров, круглых столов, выставок и других мероприятий.

### **Контактная информация**

641300, Курганская область, Кетовский район, с. Лесниково, Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т. С. Мальцева – филиал ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет»

Тел. (35231) 44-140

Web: <https://kgsu.ru/ksaa>

E-mail: [kgcxa@kgsu.ru](mailto:kgcxa@kgsu.ru)



# ВЕСТНИК Курганской ГСХА

16+

Выпуск № 1 (49) 2024

Издаётся с 2012 г.

Учредитель:  
ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет»

Свидетельство о регистрации  
средства массовой информации  
ПИ № ФС77-85086 от 31 марта 2023 г.  
(ранее – ПИ № ФС77-47376 от 16 ноября  
2011 г.) выдано Федеральной службой по  
надзору в сфере связи, информационных  
технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор)

Журнал входит в Перечень ведущих  
рецензируемых научных журналов и изданий  
(Перечень ВАК)

Индексирование и реферирование:  
РИНЦ  
AGRIS  
ЭБС «Лань»  
НЭБ «КиберЛенинка»

Подписной индекс журнала  
по каталогу  
ООО «УРАЛ-ПРЕСС ОКРУГ» – 87490

Адрес редакции  
641300, Курганская область, Кетовский район,  
с. Лесниково, Курганская государственная  
сельскохозяйственная академия имени  
Т.С. Мальцева – филиал ФГБОУ ВО  
«Курганский государственный университет»

Адрес издателя, типографии  
640020, г. Курган, ул. Советская, д. 63, стр. 4,  
ФГБОУ ВО «Курганский государственный  
университет», Библиотечно-издательский  
центр

Тел/факс: (35231) 44-140  
Web: <https://kgsu.ru/>  
E-mail: [kgshavestnik@mail.ru](mailto:kgshavestnik@mail.ru),  
[vestnik\\_kgsxa@kgsu.ru](mailto:vestnik_kgsxa@kgsu.ru)

ISSN 2227-4227

Выход в свет 28.03.2024. Формат 60 x 84%  
Бумага офсетная. Гарнитура «Arial»  
Печать цифровая. Усл. печ. л. 10,00  
Тираж 1001 экз.  
Отпечатано в библиотечно-издательском  
центре ФГБОУ ВО «Курганский  
государственный университет»

Цена: в розницу – свободная

## Состав редакционной коллегии

### Главный редактор

**Суханова С.Ф.**, председатель редакционной коллегии, зам. директора, Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т. С. Мальцева – филиал ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», главный научный сотрудник Агробиоцентра «СферАПК», д-р с.-х. наук, профессор, Почетный работник высшего профессионального образования РФ

### Редакционная коллегия

**Астафьев В.Л.**, директор, Костанайский филиал ТОО «НПЦ агроинженерии», д-р техн. наук, профессор, академик с.-х. наук Республики Казахстан

**Валиев А.Р.**, ректор, Казанский ГАУ, д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент Академии наук Республики Татарстан

**Егоров И.А.**, научный руководитель по питанию птицы, ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства РАН», д-р биол. наук, профессор, академик РАН

**Зиганшин Б.Г.**, первый проректор – проректор по научной работе и цифровой трансформации, Казанский ГАУ, д-р техн. наук, профессор

**Исайчев В.А.**, ректор, Ульяновский ГАУ, д-р с.-х. наук, профессор, академик РАЕН

**Кошелев С.Н.**, профессор кафедры ветеринарии и зоотехнии, Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева – филиал ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», д-р биол. наук, профессор

**Кошачев А.Г.**, проректор по научной работе, Кубанский ГАУ, д-р биол. наук, профессор, академик РАН

**Кудзаев А.Б.**, профессор кафедры тракторов и сельскохозяйственных машин, Горский ГАУ, д-р техн. наук, профессор

**Мазитов Н.К.**, профессор кафедры машин и оборудования в агробизнесе, Казанский ГАУ, д-р с.-х. наук, профессор, член-корреспондент РАН

**Павлюшин В.А.**, руководитель лаборатории микробиологической защиты растений, гл. науч. сотрудник Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, д-р биол. наук, профессор, академик РАН, Заслуженный деятель науки РФ

**Писаренко П.В.**, первый проректор, Полтавский ГАУ (Украина), д-р с.-х. наук, профессор, академик Инженерной Академии Украины

**Порсев И.Н.**, профессор кафедры землеустройства, земледелия, агрохимии и почвоведения, Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева – филиал ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», д-р с.-х. наук, профессор, доцент

**Постовалов А.А.**, зав. кафедрой экологии, растениеводства и защиты растений, Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева – филиал ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», канд. с.-х. наук, доцент

**Фисинин В.И.**, научный руководитель, Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства РАН, д-р с.-х. наук, профессор, академик РАН

**Фоминых А.В.**, профессор кафедры механизации и электрификации сельского хозяйства, Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева – филиал ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», д-р техн. наук, профессор

**Шаров А.В.**, проректор по научной работе ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», доцент кафедры физической и прикладной химии, канд. хим. наук

### Редакция журнала

**Попкова Н.А.** – редактор, канд. с.-х. наук

**Жирова Л.Г.** – переводчик

**Быкова Н.М.** – литературный редактор

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

### *Сельскохозяйственные науки*

### *Agricultural Sciences*

#### *4.1 – Агронимия, лесное и водное хозяйство*

#### *4.1 – Agronomics, forestry and water management*

**Постовалов А.А.**  
ПРОДУКТИВНОСТЬ, МАСЛИЧНОСТЬ И  
ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ  
ЯРОВОГО РАПСА В КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ .....3

**Postovalov A.A.**  
PRODUCTIVITY, OIL CONTENT AND FATTY ACID  
COMPOSITION OF VARIOUS VARIETIES OF SPRING  
RAPESEED IN THE KURGAN REGION .....3

**Сафин Р.И., Хусаинова Г.Х., Низамов Р.М.,  
Миннуллин Г.С., Кадырова Ф.З.**  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
БИОПРЕПАРАТОВ И ДЕСИКАЦИИ НА СЕМЕННЫХ  
ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ..... 14

**Safin R.I., Khusainova G.Kh., Nizamov R.M., Minnullin G.S.,  
Kadyrova F.Z.**  
THE EFFICIENCY OF BIOLOGICAL PREPARATIONS  
APPLICATION AND DESICCATION ON SPRING  
WHEAT SEED CROPS ..... 14

#### *4.2 – Зоотехния и ветеринария*

#### *4.2 – Zootechnics and veterinary science*

**Алексеева Е.И., Суханова С.Ф.**  
ПРОДУКТИВНОСТЬ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ПОРОД,  
РАЗВОДИМОГО В УСЛОВИЯХ ЗАУРАЛЬЯ .....22

**Alekseeva E.I., Sukhanova S.F.**  
PRODUCTIVITY OF SINGLE-PURPOSE MEAT  
BREEDS CATTLE BRED IN THE CONDITIONS  
OF THE TRANS-URAL REGION .....22

**Гадиев Р.Р., Хазиев Д.Д., Гайфуллина А.Р.**  
ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛОТНОСТИ ПОСАДКИ ГУСЕЙ  
РОДИТЕЛЬСКОГО СТАДА .....28

**Gadiev R.R., Khaziev D.D., Gayfullina A.R.**  
OPTIMIZATION OF STOCKING DENSITY OF THE  
PARENT FLOCK GEESE .....28

**Колосов Ю.А., Абонеев В.В., Гаглоев А.Ч.**  
ШЕРСТНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ МЕРИНОСОВЫХ  
ОВЕЦ УЛУЧШЕННЫХ ГЕНОТИПОВ .....35

**Kolosov Y.A., Aboneev V.V., Gagloev A.Ch.**  
WOOL PRODUCTIVITY OF MERINO SHEEP OF  
IMPROVED GENOTYPES .....35

**Суханова С.Ф.**  
КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПРОДУКТИВНЫХ И  
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОДНЯКА  
ГУСЕЙ, ПОТРЕБЛЯВШИХ РАЗЛИЧНЫЕ КОРМОВЫЕ  
ДОБАВКИ .....41

**Sukhanova S.F.**  
CORRELATION ANALYSIS OF THE PERFORMANCE  
AND PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF  
THE YOUNG GEESE CONSUMED VARIOUS  
FEED ADDITIVES .....41

**Шевелева О.М., Гаджиев Н.Б.**  
МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЛЕНЕЙ  
ЛЕСОТУНДРОВОЙ ЗОНЫ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО  
АВТОНОМНОГО ОКРУГА .....52

**Sheveleva O.M., Gadzhiev N.B.**  
MEAT PRODUCTIVITY OF DEER IN THE FOREST  
TUNDRA ZONE OF THE YAMALO-NENETS  
AUTONOMOUS DISTRICT .....52

### *Технические науки*

### *Technical science*

#### *4.3 – Агроинженерия и пищевые технологии*

#### *4.3 – Agroengineering and food technologies*

**Зиганшин Б.Г., Фахреев Н.Н., Гайфуллин И.Х.,  
Иванов Б.Л., Шорников А.В.**  
ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ МНОГОТОННАЖНЫХ  
ОТХОДОВ ПТИЦЕВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ .....58

**Ziganshin B.G., Fakhreev N.N., Gaifullin I.Kh., Ivanov B.L.,  
Shornikov A.V.**  
TECHNOLOGY OF HEAVY-TONNAGE WASTE  
RECYCLING OF IN THE POULTRY INDUSTRY .....58

**Наумов И.В., Подъячих С.В.**  
КОМБИНИРОВАННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО  
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И СНИЖЕНИЯ  
ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В НИЗКОВОЛЬТНЫХ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ .....69

**Naumov I.V., Podyachikh S.V.**  
COMBINED TECHNICAL EQUIPMENT FOR  
IMPROVING THE QUALITY AND REDUCING  
POWER LOSSES IN LOW-VOLTAGE ELECTRIC  
NETWORKS .....69

Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 3–13  
Vestnik Kurganskoy GSNA. 2024; (1-49): 3–13

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

## Научная статья

УДК 633.853.494(470.58)  
Код ВАК 4.1.3

EDN: IFMOBQ

ПРОДУКТИВНОСТЬ, МАСЛИЧНОСТЬ И ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ  
РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЯРОВОГО РАПСА В КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИАлексей Александрович Постовалов<sup>1</sup>✉<sup>1</sup> Курганский государственный университет, Курган, Россия<sup>1</sup> p\_alex79@mail.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-2204-2952>

**Аннотация.** Исследования проводились с целью оценки продуктивности и устойчивости к болезням сортов рапса ярового в Курганской области. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный маломощный малогумусный среднесуглинистый. Предшественник – пар. Срок посева – 24–26 мая. Посев рядовой, проведен сеялкой ССНП-16 с послепосевным прикатыванием, норма высева – 1 млн всхожих семян на 1 га. Исследованиями установлено, что в условиях Курганской области доминирующими болезнями рапса ярового являются корневая гниль, фузариоз и альтернариоз. В посевах рапса наиболее распространены три вида крестоцветных блошек: выемчатая (*Ph. vittala* F.), волнистая (*Ph. undulata* Kutsch), чёрная (*Ph. atra* F). В исследуемой выборке преобладала чёрная крестоцветная блошка, на ее долю приходилось 70 %. Средняя численность крестоцветных блошек на рапсе яровом превышала порог вредоносности более чем в девять раз. Абсолютно устойчивых сортов ярового рапса к крестоцветным блошкам нет. Более устойчивыми к повреждению блошками были сорта Старт и Купол. Меньше всего фузариозом поражались сорта Ермак (17,6 %) и Юбилейный (13,1 %), степень поражения гибрида Хидалго была на уровне сорта-стандарта – 21,5 %. Максимальной устойчивостью к корневой гнили характеризовались сорта Юбилейный и Ермак – 5,9–8,8 %. На уровне стандарта альтернариозом поражались сорта Ермак и Юбилейный. Максимальная урожайность маслосемян в среднем за три года получена у гибрида Хидалго – 3,40 т/га, у сортов Ермак и Юбилейный урожайность составляла 2,27–2,92 т/га и не превышала сорт-стандарт Ратник. Содержание эруковой кислоты в масле изучаемых сортов было низким – от 0,06 до 0,11 %, а глюкозинолатов не превышало 15,7 мкмоль/г. Наибольшее содержание олеиновой кислоты отмечено в семенах сортов Ермак и Ратник – 63,96–64,51 %, а максимальное содержание линолевой и линоленовой кислот у сорта Юбилейный и гибрида Хидалго было 18,15–18,95 и 10,66–10,89 % соответственно.

**Ключевые слова:** рапс яровой, сорт, болезни рапса, крестоцветные блошки, урожайность, масличность, жирнокислотный состав.

**Для цитирования:** Постовалов А.А. Продуктивность, масличность и жирнокислотный состав различных сортов ярового рапса в Курганской области // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 3–13. EDN: IFMOBQ.

## Scientific article

PRODUCTIVITY, OIL CONTENT AND FATTY ACID COMPOSITION OF VARIOUS VARIETIES  
OF SPRING RAPESEED IN THE KURGAN REGIONAlexey A. Postovalov<sup>1</sup>✉<sup>1</sup> Kurgan state university, Kurgan, Russia<sup>1</sup> p\_alex79@mail.ru ✉, <https://orcid.org/0000-0002-2204-2952>

**Abstract.** The research was conducted to assess the productivity and disease resistance of spring rapeseed varieties in the Kurgan region. The soil of the trial field is leached low-power low-humus medium loam chernozem. The predecessor is fallow. The sowing period is May 24–26. The sowing is ordinary, carried out with a SSNP-16 seeder with post-sowing packing, the seeding rate is 1 million germinating seeds per 1 hectare. The studies have established that in the conditions of the Kurgan region, the dominant diseases of spring rapeseed are root rot, fusarium and alternariasis. In rapeseed crops, three types of cruciferous flea beetles are most common: striped (*Ph. vittala* F.), undulating (*Ph. undulata* Kutsch), black (*Ph. atra* F). The black cruciferous flea beetle prevailed in the study sample, accounting for 70 %. The average number of cruciferous fleas on spring rapeseed exceeded the harmfulness threshold by more than nine times. There are no absolutely resistant varieties of spring rapeseed to cruciferous fleas. The varieties Start and Kupol were more resistant to damage by fleas. The varieties Ermak (17.6 %) and Yubileynyi (13.1 %) were least affected by fusarium, the degree of damage to the Hidalgo hybrid was at the level of the standard variety – 21.5 %. The maximum resistance to root rot was characterized by the Yubileynyi and Ermak varieties – 5.9–8.8%. At the standard level, the varieties Ermak and Yubileynyi were affected by alternariasis. The maximum yield of oilseeds in an average of three years was obtained from the Hidalgo hybrid – 3.40 t/ha, in the Ermak and Yubileynyi varieties the yield was 2.27–2.92 t/ha and did not exceed the Ratnik standard variety values. The content of erucic acid in the oil of the studied varieties was low – from 0.06 to 0.11 %, and glucosinolates did not exceed 15.7 mmol/g. The highest content of oleic acid was noted in the seeds of Ermak and Ratnik varieties – 63.96–64.51 %, and the maximum content of linoleic and linolenic acids in the Yubileynyi variety and Hidalgo hybrid was 18.15–18.95 and 10.66–10.89 %, respectively.

**Keywords:** spring rapeseed, variety, rapeseed diseases, cruciferous flea beetles, yield, oil content, fatty acid composition.

**For citation:** Postovalov A.A. Productivity, oil content and fatty acid composition of various varieties of spring rapeseed in the Kurgan region // Vestnik Kurganskoy GSNA. 2024; (1-49): 3–13. EDN: IFMOBQ. (In Russ.)

**Введение.** Возделывание рапса приобретает в последние годы стратегическое значение из-за возможности получать из него возобновляемое техническое сырьё, широко используемое в промышленности и транспорте. В современных условиях производство рапса ярового является экономически выгодным в связи с резким повышением цены реализации семян и снижением себестоимости за счёт уменьшения затрат на возделывание. Уровень рентабельности его производства будет изменяться в зависимости от затрат на средства химизации [1–3].

Ценность семян рапса определяется в основном содержанием в них до 40–48 % масла и до 21–33 % белка, имеющих важное пищевое и кормовое значение [4; 5].

Благодаря высокой пластичности, холодоустойчивости и наличию большого количества сортов и сортообразцов рапс яровой имеет широкий ареал распространения и возделывается в большинстве регионов России. Основные посевные площади, занятые под рапсом яровым, находятся в Западно-Сибирском, Восточно-Сибирском, Уральском, Средневолжском, Центральном, Центрально-Чернозёмном и других регионах [6].

При разработке технологии возделывания рапса ярового необходимо включать такие агротехнические приемы, как севообороты и предшественники, применение сбалансированных минеральных удобрений, внесение органических удобрений, обеспечение оптимальной густоты всходов и продуктивного стеблестоя и т. д. [7–9]. Подбор сортов при этом будет иметь решающее значение, так как сорт выполняет средообразующую функцию агроэкосистем, обуславливая формирование сообществ вредных и полезных организмов, а также обеспечивая самозащиту растений [10–12].

Цель исследований – оценка продуктивности, масличности и жирнокислотного состава сортов рапса ярового в Курганской области. Для этого необходимо:

- определить состав доминирующих вредных организмов рапса ярового;
- оценить продуктивность сортов рапса ярового;
- дать оценку масличности и жирнокислотному составу семян рапса ярового.

**Материалы и методы.** Изменяющиеся метеоусловия в годы проведения исследований определяли урожайность, особенности проявления, развития болезней, вредителей и в целом фитосанитарное состояние агробиоценоза рапса ярового.

Наблюдения за распространенностью и развитием вредных организмов рапса ярового про-

водили в период вегетации в полевых опытах в 2010–2018 гг. Устойчивость рапса к болезням изучали в 2011, 2012 и 2016 гг., схема опыта включала следующие варианты: Ратник-st, Ермак, Юбилейный, F1 Хидалго; а повреждаемости рапса вредителями в 2017-2018 гг. – Юбилейный-st., Старт, Купол, Гранит. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный маломощный малогумусный среднесуглинистый. Предшественник – пар. Срок посева – 24–26 мая. Посев рядовой, проведен сеялкой ССНП-16 с послепосевным прикатыванием, норма высева – 1 млн всхожих семян на 1 га. Площадь делянки – 12,5 м<sup>2</sup>, повторность в опыте – четырехкратная. Уход за посевами при использовании инкрустированных семян состоял из проведения обработки инсектицидом с действующим веществом альфа-циперметрин и гербицидами, содержащими хизалофоп-П-этил и клопиралид.

Наблюдения за ростом и развитием растений, учет урожайности вели согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [13; 14]. Учет болезней и вредителей рапса ярового проводили по существующим методикам [14].

**Результаты исследований и их обсуждение.** По данным Управления Федеральной службы государственной статистики в Курганской области [15], в 2010 г. под посевами рапса было занято 4,0 тыс. га, а его урожайность составляла 0,73 т/га, что ниже среднемноголетних значений на 0,42 т/га. К 2018 г. посевная площадь рапса увеличилась до 44,9 тыс. га. В последующие годы происходило снижение площади, занятой под рапсом в 3,0–3,5 раза, или до 12,5–15,2 тыс. га (рисунок 1). Средняя урожайность рапса ярового за годы исследований составляла 1,15 т/га. В 2018–2020 гг. урожайность рапса составляла 1,00–1,13 т/га, что ниже средних значений. Существенное увеличение урожайности рапса ярового на 0,42–0,47 т/га отмечалось в 2021 и 2022 гг.

Среди причин снижения площадей, занятых рапсом яровым, можно выделить такие, как низкий уровень агротехники и развитие вредных организмов (болезни, вредители, сорная растительность).

Среди болезней рапса наиболее распространенными и вредоносными в Курганской области являются корневая гниль, фузариоз и альтернариоз. Корневой гнилью рапс яровой поражался ежегодно. Особенно интенсивно болезнь проявлялась в 2011 г., развитие болезни составляло 20,8 %. Слабое развитие корневой гнили отмечалось в 2010 и 2012 гг., когда ГТК вегетационного периода составлял 0,28 и 0,36, а развитие болезни не превышало 14,2 % (рисунок 2). Наиболее распространенными возбудителями корневой гнили рапса ярово-

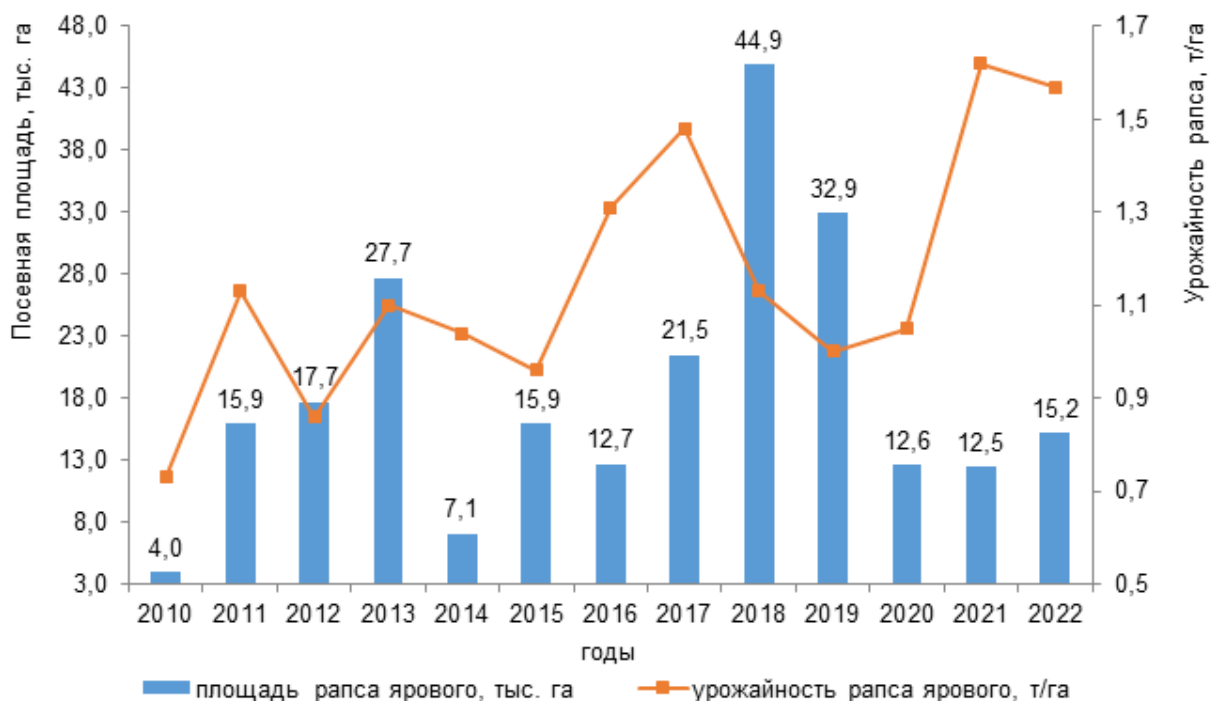


Рисунок 1 – Посевная площадь и урожайность рапса ярового в Курганской области

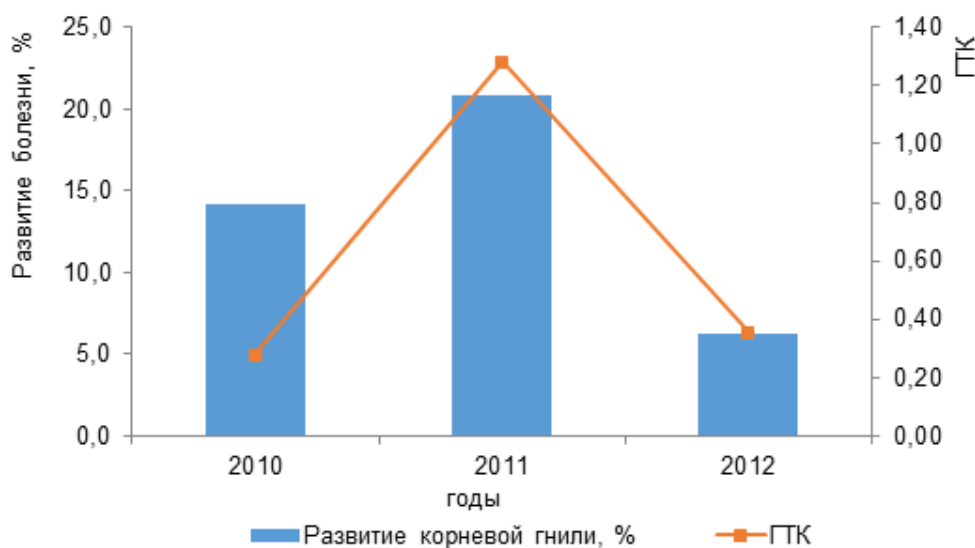


Рисунок 2 – Многолетняя динамика развития корневой гнили на рапсе яровом, 2010–2012 гг.

го были *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *Fusarium culmorum* (W.G. Sm.) Sacc., *Fusarium oxysporum* Schltdl u *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. и другие.

За годы исследований наиболее интенсивно фузариоз проявлялся в 2010, 2012 и 2018 гг., степень поражения растений составляла 9,2–27,7 %. В эти годы сумма осадков за вегетационный период составляла 32,7–42,3 % от нормы, среднемесячная температура воздуха составляла 19,0 °С (рисунок 3).

Слабое развитие фузариоза рапса отмечалось в 2011, 2015–2017 гг. и не превышало 13,6 %.

В эти годы сумма осадков за вегетационный период составляла от 212 мм до 246 мм, среднемесячная температура воздуха составляла 16,2–17,9 °С, а гидротермический коэффициент увлажнения (далее ГТК) периодов вегетации составлял 0,96–1,19.

Альтернариоз на рапсе яровом отмечался ежегодно. Особенно интенсивно альтернариоз проявлялся в 2011 г. и 2015–2018 гг. (рисунок 4). Развитие болезни составляло 19,3–25,3 %, в эти годы ГТК составлял 0,89–1,28, а сумма осадков 174–250 мм. Слабо альтернариоз проявлялся в су-

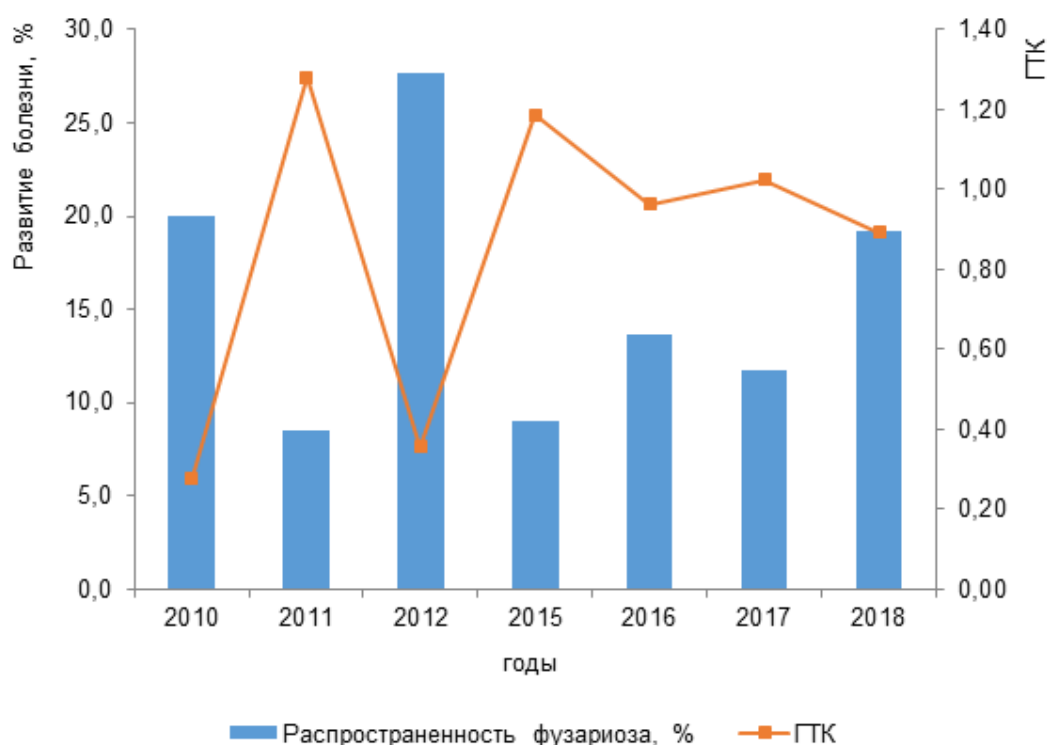


Рисунок 3 – Многолетняя динамика развития фузариоза на рапсе яровом, 2010-2018 гг.



Рисунок 4 – Многолетняя динамика развития альтернариоза на рапсе яровом, 2010-2018 гг.

хияе годы 2010 и 2012 гг., когда развитие болезни не превышало 18,3 %, а ГПК составлял 0,28–0,36.

Исследуемые 2011–2012 и 2016 гг. сорта рапса ярового характеризовались разной степенью устойчивости к фузариозу. В 2011 году сорта Ермак и Юбилейный поразились ниже стандарта в 1,2–1,5 раза, существенно ниже устойчивость к фузариозу у гибрида Хидалго – 10,5 %. В 2012 году сорт Юбилейный характеризовался максимальной устойчивостью к фузариозу –

27,7 %, что в 1,3 раза ниже сорта-стандарта. Остальные сорта поразились фузариозом выше сорта-стандарта – 41,1–45,5 %. В среднем за три года исследований меньше всего фузариозом поразились сорта Ермак (17,6 %) и Юбилейный (13,1 %), Хидалго поразились на уровне сорта-стандарта – 21,5 % (таблица 1).

К поражению корневой гнилью более устойчивы сорта Ермак и Юбилейный. Развитие болезни у этих сортов в 2011 году была на уровне



10,0–10,6 %, в 2012 г. – 6,3 и 2,3 %, что существенно ниже стандарта. На уровне сорта-стандарта поражался гибрид Хидалго, развитие корневой гнили составило 15,0 и 7,8 %. В среднем за три года исследований максимальной устойчивостью к кор-

невой гнили характеризовался сорт Юбилейный – 5,9 %, что существенно ниже по сравнению со стандартом. Сорт Ермак поражался корневой гнилью в 1,3 раза ниже стандарта, а Хидалго поражался на уровне контроля.

Таблица 1 – Поражение сортов рапса ярового болезнями, 2011, 2012, 2016 гг.

Сорт	Год	Фузариоз, %	Корневая гниль, %	Альтернариоз стручков, %
Ратник-st	2011	7,1	14,4	17,0
	2012	35,2	7,5	21,5
	2016	-	-	-
	сред	21,4	11,0	19,3
Ермак	2011	4,6	10,6	18,3
	2012	41,1	6,3	22,3
	2016	7,2	9,5	21,2
	сред	17,6	8,8	20,6
Юбилейный	2011	5,9	10,0	26,3
	2012	27,7	2,3	18,3
	2016	5,7	5,3	20,5
	сред	13,1	5,9	21,7
F1 Хидалго	2011	10,5	15,0	20,5
	2012	45,5	7,8	25,3
	2016	8,5	8,3	26,3
	сред	21,5	10,4	24,0
НСР05		2,7	2,1	2,6

Таблица 2 – Урожайность семян различных сортов рапса ярового, т/га

Сорт	Урожайность, т/га			
	2011 г.	2012 г.	2016 г.	средняя
Ратник-st	3,55	2,60	-	3,01
Ермак	3,47	1,90	1,45	2,27
Юбилейный	4,42	2,75	1,58	2,92
Хидалго F1	3,95	4,97	1,29	3,40
НСР05	0,40	0,43	0,09	

Таблица 3 – Сила влияния погодных условий и возделывания сортов на устойчивость к болезням и продуктивность рапса ярового, %

Фактор	Фузариоз, корневая гниль	Альтернариоз	Урожайность
Погодные условия года	5,0	53,5	16,6
Сорт	74,8	5,2	37,7

Существенной устойчивости к альтернариозу плодов у изучаемых сортов не обнаружено. Выше стандарта в 2011 году поражался сорт Юбилейный – 26,3 %, или в 1,5 раза выше стандарта Ратник. В 2012 г. выше стандарта поражался альтернариозом Хидалго – 25,3 %, остальные сорта поражались на уровне сорта-стандарта – от 18,3 до 21,2 %. В среднем за три года на уровне стандарта поражались альтернариозом сорта Ермак и Юбилейный, гибрид Хидалго характеризовался максимальной восприимчивостью к альтернариозу плодов.

По семенной продуктивности достоверно превышали стандарт в 2011 г. сорт Юбилейный и гибрид Хидалго, обеспечивая сбор от 3,95 до 4,42 т/га семян. Сорт Ермак имел продуктивность на уровне стандарта – 3,47 т/га. В 2012 г.

существенно выше, по сравнению со стандартом, урожайность у гибрида Хидалго (4,97 т/га). Минимальная урожайность получена у сорта Ермак – 1,9 т/га. Самая высокая урожайность была у сорта Юбилейный в 2016 году и составила 1,58 т/га, а самая низкая у гибрида Хидалго – 1,29 т/га (таблица 2).

В среднем за три года исследований максимальная урожайность маслосемян получена у гибрида Хидалго и составила 3,40 т/га. У сортов Ермак и Юбилейный урожайность составляла 2,27–2,92 т/га и не превысила сорт-стандарт Ратник.

Сортовые особенности рапса ярового определяли устойчивость культуры к фузариозу и корневой гнили. Сила влияния фактора «сорт» на развитие корневых инфекций составляла 74,8 %

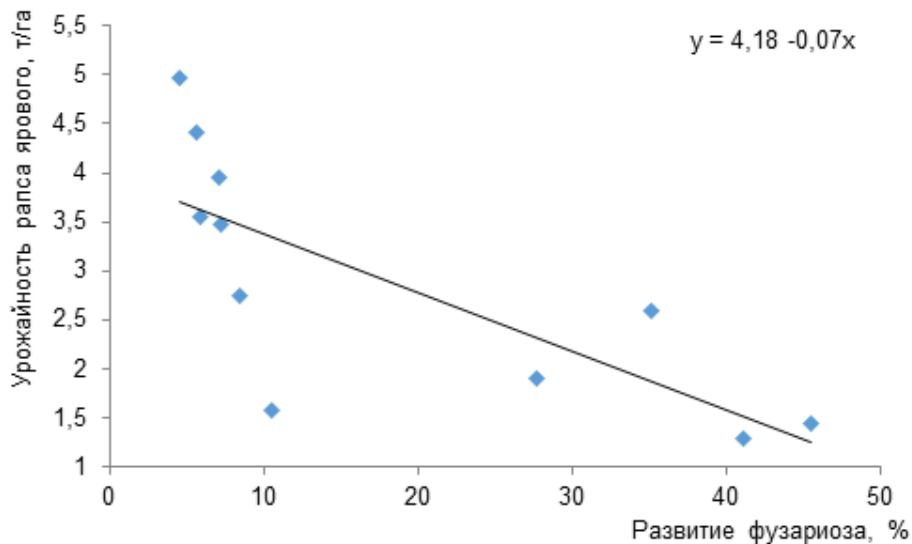


Рисунок 5 – Зависимость урожайности сортов рапса ярового от развития фузариоза, 2011, 2012, 2016 гг.

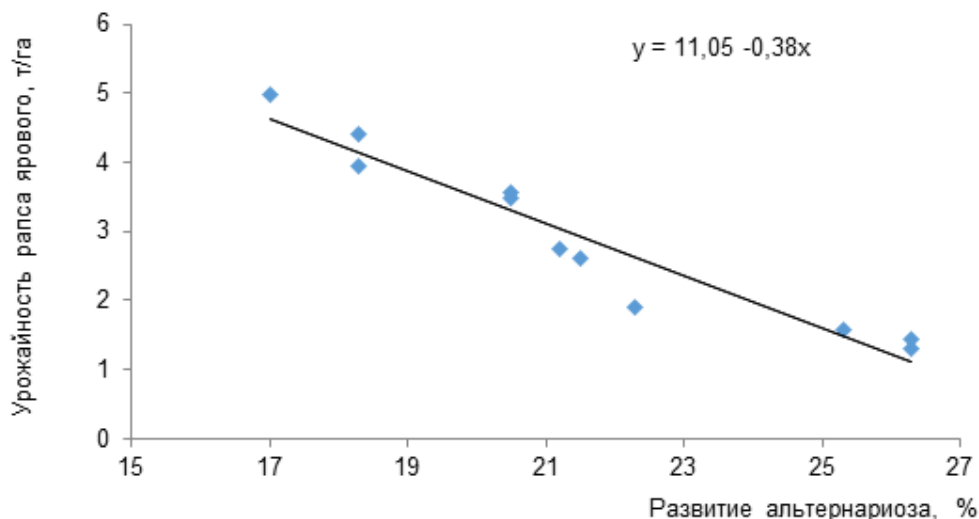


Рисунок 6 – Зависимость урожайности сортов рапса ярового от развития альтернариоза, 2011, 2012, 2016 гг.

(таблица 3). На развитие листостебельных болезней в большей степени оказывали влияние погодные условия года, доля влияния этого фактора составляла 53,5 %. Влияние сорта на развитие листостебельных болезней не превышала 5,2 %. Сила влияния фактора «сорт» на продуктивность рапса ярового была в 2,3 раза выше, чем фактора «погодные условия года».

На продуктивность рапса ярового оказывает влияние степень развития болезней в период вегетации. Зависимость урожайности сортов рапса ярового от развития фузариоза представлена на рисунке 5.

Как видно из графика, за период исследований

наблюдалась тенденция к снижению урожайности сортов рапса ярового при увеличении поражаемости фузариозом. Уравнение регрессии имеет вид:  $y = 4,18 - 0,07x$ . Отмечалась обратная отрицательная корреляционная зависимость между урожайностью и поражаемостью рапса фузариозом ( $r = -0,76$ ).

Зависимость урожайности от поражаемости рапса альтернариозом описывается уравнением регрессии, которое имеет следующий вид:  $y = 11,05 - 0,38x$  (рисунок 6).

Наиболее распространенными и опасными вредителями рапса на начальных этапах его развития (до появления первой пары настоящих ли-

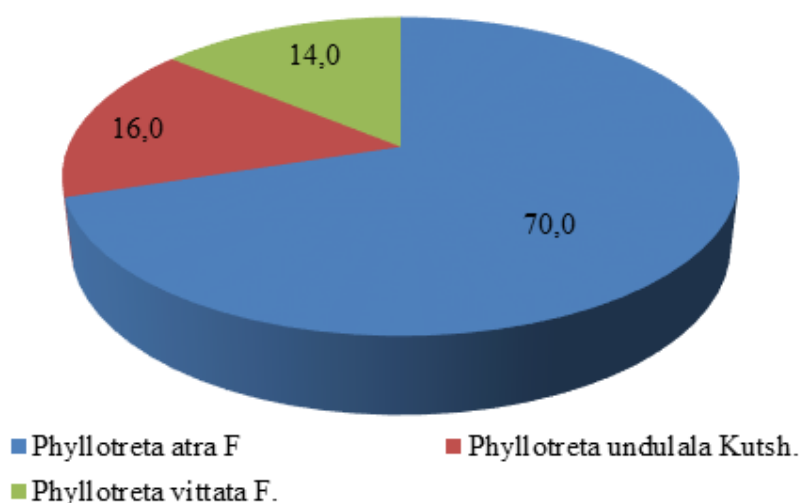


Рисунок 7 – Видовой состав крестоцветных блошек рода *Phyllotreta* в посевах рапса ярового в Курганской области, 2017–2018 гг.

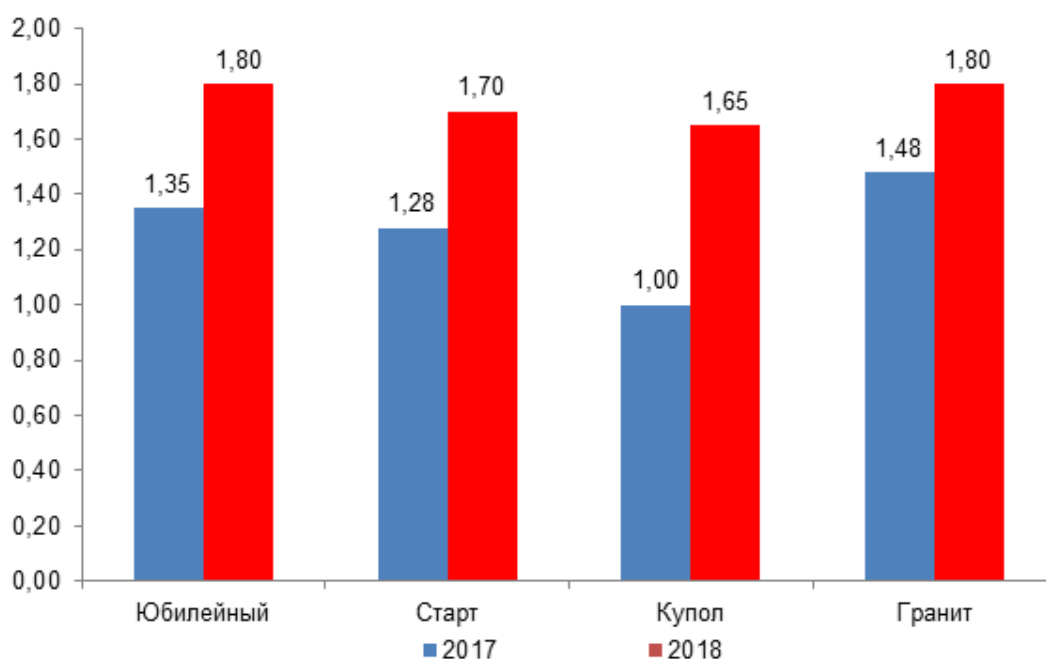


Рисунок 8 – Повреждаемость сортов рапса ярового крестоцветными блошками

ствев) являются крестоцветные блошки. Предпосевная обработка семян инсектицидами не всегда оказывается эффективной, поэтому необходимо вести регулярный мониторинг заселения культуры этим вредителем.

Крестоцветные блошки относятся к отряду жесткокрылые *Coleoptera*, семейство листоеды – *Chrysomelidae*. Вредят имаго нескольких видов. Это очень мелкие, прыгающие жуки (2–3 мм) с двуцветными (чёрные с жёлтой извилистой продольной полосой) или одноцветными (синие и чёрные) жесткими надкрыльями. Задние ноги у блошек прыгательные. Личинки жука вторичные, червеобразные с тремя парами грудных ног, светло-жёлтые, голова, затылочный щиток и ноги более тёмные. Личинки старших возрастов размером до 4–5 мм.

При идентификации видового состава крестоцветных блошек рода *Phyllotreta* в посевах рапса в условиях Курганской области выявлено три вида: выемчатая (*Ph. vittata* F.), волнистая (*Ph. undulata* Kutsch) и чёрная (*Ph. atra* F.). В исследуемой выборке доминировала черная крестоцветная блошка, на ее долю приходится 70 %, на долю волнистой блошки пришлось 16 %, выемчатой – 14 % (рисунок 7).

Средняя численность крестоцветных блошек на рапсе составляла 28 штук на 1 м<sup>2</sup>. Экономический порог вредоносности по крестоцветным

блошкам составляет 1–3 жука на 1 м<sup>2</sup> или 7–8 % повреждения поверхности листьев.

Нами установлено, что абсолютно устойчивых сортов ярового рапса к крестоцветным блошкам не существует (рисунок 8).

Средний балл повреждения составил в 2017 году 1,28, а в 2018 – 1,74. Менее всего сорта ярового рапса повреждались в 2017 году. Максимальная повреждаемость отмечена на сортах Юбилейный и Гранит. На сорте Юбилейный она изменялась от 1,35 до 1,8 балла, на сорте Гранит – от 1,48 до 1,8 балла. Более устойчивыми к повреждению блошками были сорта Старт и Купол. Повреждаемость по годам не превышала 1,28 и 1,7 балла.

Максимальной масличностью характеризовался сорт Юбилейный (47,4 %), превышая стандарт на 1,9 %. Масличность сорта Ермак и гибрида Хидалго была выше стандарта на 0,7-0,9 % (таблица 4).

С пересчетом на сухое вещество (при влажности семян 10%) выход сырого жира и жмыха при возделывании сорта-стандарта составил 1454 и 2227 кг/га соответственно. Значительное увеличение сбора масла обеспечивали сорт Юбилейный и гибрид Хидалго, у которых с 1 га получено от 1650 до 1886 кг. В сравнении со стандартом выход жира увеличивался на 196–432 кг, а жмыха – на 222–477 кг.

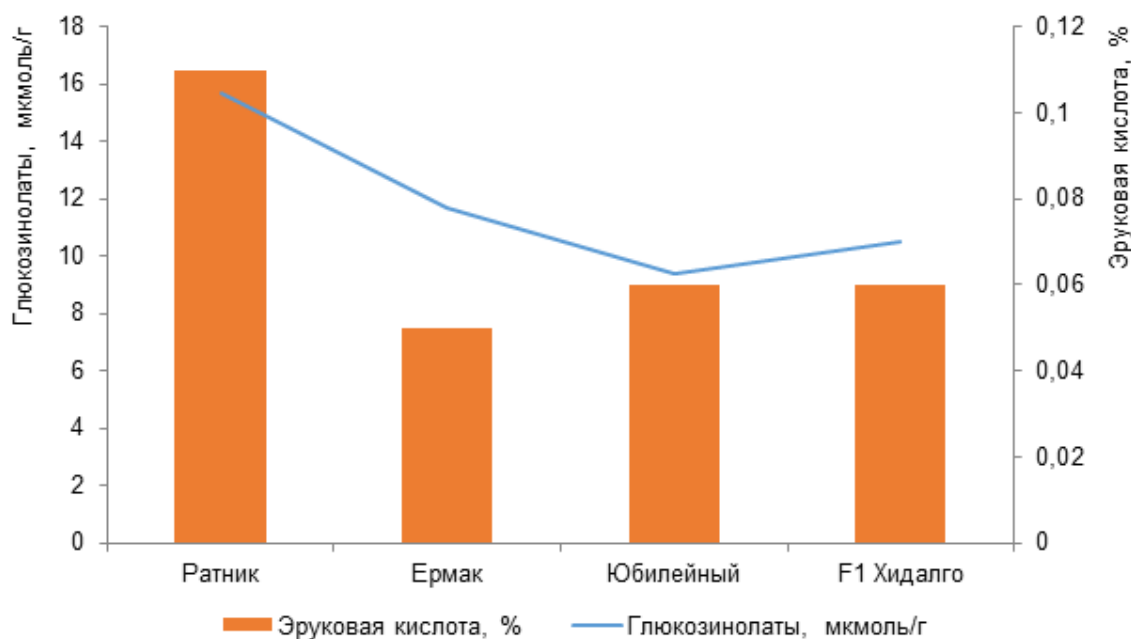


Рисунок 9 – Содержание эруковой кислоты и глюкозинолатов в семенах различных сортов рапса ярового, 2011 г.

Таблица 4 – Выход масла и жмыха у сортов рапса ярового, 2011 г.

Сорт	Масличность, %	Выход масла, кг/га	Выход жмыха, кг/га
Ратник-st	45,5	1454	2227
Ермак	46,2	1443	2157
Юбилейный	47,4	1886	2704
F <sub>1</sub> Хидалго	46,4	1650	2449

Содержание эруковой кислоты в масле изучаемых сортов было низким – от 0,06 до 0,11 % при допуске до 5 % (рисунок 9). Содержание глюкозинолатов соответствовало нормативам и изменялось по сортам от 9,4 до 15,7 мкмоль/г шрота с более высоким значением у стандарта. Таким образом, все изучаемые сорта в условиях Курганской области соответствовали требованиям качества сортов 00-типа (безэруковые и низкоглюкозинолатные).

Жирнокислотный анализ маслосемян сортов рапса ярового показал, что содержание насыщенных кислот изменялось от 5,79 % у F<sub>1</sub> Хидалго до 6,13 % у сорта Ермак (таблица 5). Наибольшее содержание олеиновой кислоты (64,51 %) отмечено в семенах сорта Ермак, а наименьшее в семенах сорта Юбилейный – 62,54 %. Количество линолевой кислоты изменялось от 17,51 % у сорта Ратник до 18,95 % у сорта Юбилейный.

Максимальное содержание линоленовой кислоты отмечалось у сортов Ратник, Юбилейный и гибрида Хидалго, процент ее составил 10,61, 10,89 и 10,66 %. Концентрация этой кислоты у сорта Ермак составила 9,90 %, что ниже относительно стандарта на 0,71 %. Установлено, что масло всех исследуемых сортов и гибрида рапса 00-типа по своему жирнокислотному составу не уступает маслу из подсолнечника.

**Заключение.** В условиях Курганской области доминирующими болезнями рапса ярового являются корневая гниль, фузариоз и альтернариоз.

Патогенный комплекс представлен *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc., *F. oxysporum* Schltld и *F. solani* (Mart.) Sacc., *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc. и *Alternaria brassicicola* (Schwein.) Wiltshire. Наиболее интенсивно фузариоз проявлялся в 2010, 2012 и 2018 гг., степень поражения растений составляла 19,2-27,7 %, а альтернариоз – в 2011 г. и 2015-2018 гг., развитие болезни составляло 19,3-25,3 %.

При изучении видового состава крестоцветных блошек рода *Phyllotreta* в посевах рапса ярового выявлено три вида: выемчатая (*Ph. vittata* F.), волнистая (*Ph. undulata* Kutsch) и чёрная (*Ph. atra* F.). В исследуемой выборке доминировала черная крестоцветная блошка, на ее долю приходилось 70 %. Средняя численность крестоцветных блошек на рапсе яровом составляла 28 штук на 1 м<sup>2</sup>, что превышало порог вредоносности более чем в девять раз. Установлено, что абсолютно устойчивых сортов ярового рапса к крестоцветным блошкам нет. Более устойчивыми к повреждению блошками были сорта Старт и Купол. Повреждаемость по годам не превышала 1,28 и 1,7 балла.

Меньше всего фузариозом поражались сорта Ермак (17,6 %) и Юбилейный (13,1 %), степень поражения гибрида Хидалго была на уровне сорта-стандарта – 21,5 %. Максимальной устойчивостью к корневой гнили характеризовались сорта Юбилейный и Ермак – 5,9-8,8 %, что существенно ниже по сравнению со стандартом. На уровне стандарта альтернариозом поражались сорта Ермак и Юбилейный.

Максимальная урожайность маслосемян в среднем за три года получена у гибрида Хидалго – 3,40 т/га, у сортов Ермак и Юбилейный урожайность составляла 2,27–2,92 т/га и не превышала сорт-стандарт Ратник. Возделывание сорта Юбилейный и гибрида Хидалго увеличивало сбор масла по сравнению со стандартом на 196–432 кг, а жмыха – на 222–477 кг, обеспечивая получение с 1 га 1650–1886 кг масла и 2449–2704 кг жмыха.

Содержание эруковой кислоты в масле

Таблица 5 – Жирнокислотный состав маслосемян сортов рапса ярового, %

Сорт	Содержание, %			
	насыщенные	олеиновая	линолевая	линоленовая
Ратник-st	6,05	63,96	17,51	10,61
Ермак	6,13	64,51	17,75	9,90
Юбилейный	5,84	62,54	18,95	10,89
F1 Хидалго	5,79	63,62	18,15	10,66

изучаемых сортов было низким – от 0,06 до 0,11 %, а глюкозинолатов не превышало 15,7 мкмоль/г. Наибольшее содержание олеиновой кислоты отмечено в семенах сортов Ермак и Ратник – 63,96-64,51 %, а максимальное содержание линолевой и линоленовой кислот у сорта Юбилейный и гибрида Хидалго 18,15–18,95 и 10,66–10,89 %.

#### Список источников

1. Кузнецова Г.Н., Лошкомоиных И.А., Кривошлыков К.М. Экономическая эффективность возделывания масличных культур в Омской области // Масличные культуры. 2021. № 3(187). С. 53-57. DOI: 10.25230/2412-608X-2021-3-187-53-57. EDN: CAATFB.
2. Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С. Результаты выращивания масличных капустных культур сортов сибирской селекции в условиях Западной Сибири // Кормопроизводство. 2023. № 7. С. 10-13. EDN: TOBLCZ.
3. Полякова Р.С., Кузнецова Г.Н. Защита посевов рапса ярового от капустной моли в Западной Сибири // Защита растений от вредных организмов: материалы XI международной научно-практической конференции. Краснодар: Изд-во Кубанского ГАУ, 2023. С. 317-319. EDN: QQUPJT.
4. Вафина Э.Ф. Оценка производства ярового рапса в Удмуртской Республике // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4 (64). С. 4-12. DOI: 10.48012/1817-5457\_2020\_4\_4. EDN: YOOWEY.
5. Прахова Т.Я. Возделывание рапса ярового в условиях лесостепи Среднего Поволжья // АгроЭкоИнфо. 2023. № 6 (60). DOI: 10.51419/202136635. EDN: GXBRBW.
6. Старикова Д.В., Горлова Л.А. Влияние условий региона возделывания на продолжительность вегетационного периода у различных генотипов рапса ярового селекции ВНИИМК // Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки сельскохозяйственных культур: сборник материалов 12-й Международной конференции молодых учёных и специалистов. Краснодар: Изд-во ВНИИМК, 2023. С. 274-278. DOI: 10.25230/conf12-2023-274-278. EDN: SLVYZE.
7. Торопова Е.Ю., Селюк М.П. Фундаментальная роль агрометода в оздоровлении почвы в системах биологического земледелия // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: материалы VIII международной научно-практической конференции. Краснодар: Изд-во Кубанского ГАУ, 2017. С. 420-424.
8. Шпанев А.М., Фесенко М.А., Смур В.В. Эффективность применения минеральных

удобрений и интегрированной системы защиты растений в полевом севообороте на Северо-Западе РФ // Агротехника. 2021. № 1. С. 12-22. DOI: 10.31857/S0002188121010099.

9. Павлюшин В.А., Постовалов А.А. Приёмы фитосанитарной оптимизации агробиоценозов кормовых культур в Зауралье // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 1 (45). С. 13-22. EDN: CZDRTU.

10. Санин С.С. Проблемы фитосанитарии России на современном этапе // Защита и карантин растений. 2016. № 4. С. 3-6.

11. Санин С.С. Адаптивная защита растений – важнейшее звено современного растениеводства // Защита и карантин растений. 2019. № 2. С. 3-10.

12. Павлюшин В.А., Постовалов А.А. Совершенствование систем защиты кормовых культур от фитопатогенов в Зауралье // Вестник Курганской ГСХА. 2022. № 4 (44). С. 19-27. DOI: 10.52463/22274227\_2022\_44\_19. EDN: FFRPZV.

13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1989. 195 с.

14. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец [и др.]. 2-е изд., перераб. и доп. Краснодар: Изд-во ВНИИМК, 2010. 327 с.

15. Сайт Управления Федеральной службы государственной статистики по Свердловской области и Курганской области [Электронный ресурс]. URL: <https://66.rosstat.gov.ru/?ysclid=lt5wlmfyfx3950719484> (дата обращения: 10.12.2023).

16. Постовалов А.А. Фитосанитарная оптимизация агробиоценозов зерновых, зернобобовых и масличных культур в лесостепи Зауралья: дис. ... д-ра с.-х. наук: 4.1.3: утв. 11.10.2023. Казань, 2023. 477 с.

#### References

1. Kuznetsova G.N., Loshkomoinikov I.A., Krivoslykov K.M. Ekonomicheskaya effektivnost' vozdelevaniya maslichnykh kul'tur v Omskoi oblasti [Economic efficiency of cultivating oilseeds in the Omsk region]. *Oil crops*. 2021; (3-187): 53-57. DOI: 10.25230/2412-608X-2021-3-187-53-57. EDN: CAATFB. (In Russ).
2. Kuznetsova G.N., Polyakova R.S. Rezul'taty vyrashchivaniya maslichnykh kapustnykh kul'tur sortov sibirskoi seleksii v usloviyakh Zapadnoi Sibiri [Results of growing oilseed cabbage crops of Siberian varieties in Western Siberia]. *Fodder Production*. 2023; (7): 10-13. EDN: TOBLCZ. (In Russ).
3. Polyakova R.S., Kuznetsova G.N. Zashchita posevov rapsa yarovogo ot kapustnoi moli

v Zapadnoi Sibiri [Protection of spring rapeseed crops from cabbage moths in Western Siberia]. Materials of the XI International Scientific and Practical Conference «Protection of Plants from Pests». Krasnodar: Kubanskii GAU; 2023: 317-319. EDN: QQUPJT. (In Russ).

4. Vafina E.F. Otsenka proizvodstva yarovogo rapsa v Udmurtskoi Respublike [Assessment of spring rapeseed production in the Udmurt Republic]. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2020; (4-64): 4-12. DOI: 10.48012/1817-5457\_2020\_4\_4. EDN: YOOWEY. (In Russ).

5. Prahova T.Ya. Vozdelyvanie rapsa yarovogo v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya [Cultivation of spring rapeseed in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region]. *AgroEkoInfo*. 2023; (6-60). DOI: 10.51419/202136635. EDN: GXBRBW. (In Russ).

6. Starikova D.V., Gorlova L.A. Vliyanie uslovii regiona vzdelyvaniya na prodolzhitel'nost' vegetatsionnogo perioda u razlichnykh genotipov rapsa yarovogo seleksii VNIIMK [The influence of the conditions of the cultivation region on the duration of the growing season for various genotypes of spring rape selected by VNIIMK]. Collection of materials of the 12th International Conference of Young Scientists and Specialists «Topical Issues of Biology, Breeding, Technology of Cultivation and Processing of Agricultural Crops». Krasnodar: VNIIMK; 2023: 274-278. DOI: 10.25230/conf12-2023-274-278. EDN: SLVYZE. (In Russ).

7. Toropova E.Yu., Selyuk M.P. Fundamental'naya rol' agrometoda v ozdorovlenii pochvy v sistemakh biologicheskogo zemledeliya [The fundamental role of agricultural methods in soil health in biological farming systems]. Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference «Agrotechnical Method of Plant Protection from Pests». Krasnodar: Kubanskii GAU; 2017: 420-424. (In Russ).

8. Shpanev A.M., Fesenko M.A., Smuk V.V. Efektivnost' primeneniya mineral'nykh udobrenii i integrirovannoi sistemy zashchity rastenii v polevom sevooborote na Severo-Zapade RF [Efficiency of using mineral fertilizers and an integrated plant protection system in field crop rotation in the North-West of the Russian Federation]. *Agrohimia*. 2021; (1): 12-22. DOI: 10.31857/S0002188121010099. (In Russ).

9. Pavlyushin V.A., Postovalov A.A. Priemy fitosanitarnoi optimizatsii agrobiotsenozov kormovykh kul'tur v Zaural'e [Methods of phytosanitary optimization of agrobiocenoses of forage crops in the Trans-Ural]. *Vestnik Kurganskoy GSHA*. 2023; (1-45): 13-22. EDN: CZDRTU. (In Russ).

10. Sanin S.S. Problemy fitosanitarii Rossii na sovremennom etape [Problems of phytosanitary Rus-

sia at the present stage]. *Protection and quarantine of plants*. 2016; (4): 3-6. (In Russ).

11. Sanin S.S. Adaptivnaya zashchita rastenii – vazhneishee zveno sovremennogo rastenievodstva [Adaptive plant protection is the most important link in modern crop production]. *Protection and quarantine of plants*. 2019; (2): 3-10. (In Russ).

12. Pavlyushin V.A., Postovalov A.A. Sovershenstvovanie sistem zashchity kormovykh kul'tur ot fitopatogenov v Zaural'e [Improvement of systems of protection of fodder crops from phytopathogens in the Trans-Urals]. *Vestnik Kurganskoy GSHA*. 2022; (4-44): 19-27. DOI: 10.52463/22274227\_2022\_44\_19. EDN: FFRP-ZV. (In Russ).

13. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* [Methodology for state variety testing of agricultural crops]. M.: Kolos; 1989: 195. (In Russ).

14. Lukomets V.M. et al. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami [Methodology for conducting field agrotechnical experiments with oilseeds]. Krasnodar: VNIIMK; 2010: 327. (In Russ).

15. Sait Upravleniya Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Sverdlovskoi oblasti i Kurganskoi oblasti [Website of the Office of the Federal State Statistics Service for the Sverdlovsk Region and Kurgan Region] [Internet]. URL: <https://66.rosstat.gov.ru/?ysclid=lt5wlmfyx3950719484> (accessed: 10 December 2023). (In Russ).

16. Postovalov A.A. Fitosanitarnaya optimizatsiya agrobiotsenozov zernovykh, zernobobovykh i maslichnykh kul'tur v lesostepi Zaural'ya [Phytosanitary optimization of agrobiocenoses of grain, leguminous and oilseed crops in the forest-steppe of the Trans-Urals]. [Dissertation]. Kazan; 2023: 477. (In Russ).

#### Информация об авторах

A.A. Постовалов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; AuthorID 413919.

#### Information about the author

A.A. Postovalov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor; AuthorID 413919.

Статья поступила в редакцию 14.01.2024; одобрена после рецензирования 04.03.2024; принята к публикации 19.03.2024.

The article was submitted 14.01.2024; approved after reviewing 04.03.2024; accepted for publication 19.03.2024.

Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 14–21  
Vestnik Kurganskoj GSNA. 2024; (1-49): 14–21

## Научная статья

УДК 631.86:633.11

Код ВАК 4.1.3

EDN: JAJXMQ

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ И ДЕСИКАЦИИ НА СЕМЕННЫХ ПОСЕВАХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Радик Ильясович Сафин<sup>1</sup>, Гузель Хабибрахмановна Хусаинова<sup>2</sup>, Рустам Мингазизович Низамов<sup>3</sup>, Генадий Самигуллинович Миннуллин<sup>4</sup>, Фануся Загитовна Кадырова<sup>5</sup>  
<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

<sup>1</sup> radiksaf2@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6276-5728>

<sup>2</sup> guzuz@mail.ru

<sup>3</sup> nizamovr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5436-9351>

<sup>4</sup> SPK93009@yandex.ru

<sup>5</sup> fanusa51@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7093-3269>

**Аннотация.** Цель исследования – определить влияние применения десикации и биологических препаратов на семенных посевах яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан. Полевые исследования проводились в течение 2018-2020 гг. на опытных полях Казанского ГАУ на базе ООО «Агрофирма «Игенче» Арского района Республики Татарстан. В качестве объекта исследования выступал сорт яровой пшеницы Йолдыз, репродукция семян – элитные семена (далее – ЭС). Почва опытных участков – серая лесная тяжелосуглинистая, содержание гумуса – 2,4–2,6 %, обменного калия – 252–260 мг/кг, подвижного фосфора – 312-320,0 мг/кг, кислотность – 5,7–5,9. В качестве десиканта использовался глифосатный десикант (540 г/л глифосата кислоты), а в качестве биопрепарата – Псевдобактерин-2. Биопрепаратом опрыскивали растения в фазу колошения, контролем служил вариант без обработки. На этих вариантах испытывались применение только десиканта и его баковой смеси с биопрепаратом. Десикация проводилась за 2 недели до уборки, с расходом рабочей жидкости – 200 л/га. Общая площадь делянки – 32 м<sup>2</sup>, учетная – 26 м<sup>2</sup>. Норма высева 5,0 млн шт./га. Агроклиматические условия в годы проведения опытов отличались периодической засушливостью, но в целом были благоприятны для формирования урожая яровой пшеницы. Применение десикации на фоне предварительной обработки растений в фазу колошения биопрепаратом привело к значительному снижению зараженности семян «черным зародышем». Полное отсутствие болезни отмечалось при применении опрыскивания Псевдобактерином-2 последующей предуборочной десикации смесью десикант+биопрепарат. В данном варианте отмечалась и максимальная урожайность яровой пшеницы (5,38 т/га, против 4,35 т/га в контроле). Влияние десикации на лабораторную всхожесть было в основном положительное. Десикация, особенно в сочетании с применением биофунгицида, способствовала снижению зараженности семян нового урожая фитопатогенными грибами. На основе проведенных исследований установлены оптимальные варианты обработок посевов, которые могут быть использованы при производстве высококачественных семян яровой пшеницы.

**Ключевые слова:** биологические препараты, десикация, десикант, семеноводство, яровая пшеница.

**Для цитирования:** Сафин Р.И., Хусаинова Г.Х., Низамов Р.М., Миннуллин Г.С., Кадырова Ф.З. Эффективность использования биопрепаратов и десикации на семенных посевах яровой пшеницы // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 14–21. EDN: JAJXMQ.

## Scientific article

### THE EFFICIENCY OF BIOLOGICAL PREPARATIONS APPLICATION AND DESICCATION ON SPRING WHEAT SEED CROPS

Radik I. Safin<sup>1</sup>, Guzel Kh. Khusainova<sup>2</sup>, Rustam M. Nizamov<sup>3</sup>, Gennady S. Minnullin<sup>4</sup>, Fanusia Z. Kadyrova<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

<sup>1</sup> radiksaf2@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6276-5728>

<sup>2</sup> guzuz@mail.ru

<sup>3</sup> nizamovr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5436-9351>

<sup>4</sup> SPK93009@yandex.ru

<sup>5</sup> fanusa51@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7093-3269>



**Abstract.** The purpose of the study is to determine the effect of applying desiccation and biological preparations on spring wheat seed crops in the conditions of the Predkamye of the Republic of Tatarstan. The field studies were conducted during 2018-2020 in the experimental fields of Kazan State Agrarian University on the basis of ООО Agrofirma 'Igenche' (LLC) in the Arskii district of the Republic of Tatarstan. The object of the study was the Yoldyz spring wheat variety, seed reproduction – elite seeds (hereinafter referred to as ES). The soil of the experimental plots is gray forest clayed loam, humus content is 2.4–2.6 %, exchangeable potassium is 252-260 mg/kg, mobile phosphorus is 312-320.0 mg/kg, soil acidity is 5.7–5.9. Glyphosate desiccant (540 g/l of glyphosate) was used as a desiccant, and Pseudobacterin-2 was used as a biological preparation. The biopreparation was sprayed on plants during the earing phase, the control was the option without treatment. These variants were tested only with application of the desiccant and its tank mixture with the biological preparation. The desiccation was carried out 2 weeks before harvesting, with a working fluid consumption of 200 l/ha. The total area of the plot is 32 m<sup>2</sup>, the declared area is 26 m<sup>2</sup>. The seed application rate is 5.0 million units/ha. The agro-climatic conditions during the years of the experiments were characterized by periodic aridity, but, in general, they were favorable for the crop yield formation of spring wheat. The desiccation application against pretreatment of the plants in the earing phase with a biopreparation led to a significant decrease in the seeds infection with 'glume mold'. The complete absence of the disease was noted when spraying with Pseudobacterin-2 followed by pre-harvest desiccation with a mixture of desiccant + biopreparation. In this variant, the maximum yield of spring wheat was also noted (5.38 t/ha, versus 4.35 t/ha in the control). The effect of desiccation on the laboratory germination was mainly positive. Desiccation, especially in combination with biofungicide application, contributed to a decrease in the new crop seeds infection with phytopathogenic fungi. Based on the conducted research, optimal options for crop treatments have been established, which can be used in the production of high-quality spring wheat seeds.

**Keywords:** biological preparations, desiccation, desiccant, seed production, spring wheat.

**For citation:** Safin R.I., Khusainova G.Kh., Nizamov R.M., Minnullin G.S., Kadyrova F.Z. The efficiency of biological preparations application and desiccation on spring wheat seed crops. Vestnik Kurganskoy GSHA. 2024; (1–49): 14–21. EDN: JAJXMQ. (In Russ).

**Введение.** Для получения устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, в том числе и яровой пшеницы, решающее значение имеет использование качественного семенного материала [1; 2]. Для решения данной задачи необходимо разрабатывать адаптированные агротехнологии производства семенного материала с учетом сортовых особенностей [3;4]. Среди основных приемов семеноводства особое место занимают вопросы защиты растений от болезней, у которых в качестве источника первичной инфекции выступают семена [5–7]. Ущерб урожаю от развития инфекционных болезней яровой пшеницы может достигать значительного уровня [8]. Вредоносность болезней проявляется не только в снижении урожайности в год их развития, но и в последующие годы через ухудшение качества полученных семян [9]. Именно поэтому при оценке качества семян в обязательном порядке проводится их фитопатологический анализ, что особенно важно для определения тактики проведения защитных мероприятий [10; 11]. В контроле листостеблевых инфекций, а также болезней колоса и семян пшеницы в настоящее время широко используются различные средства защиты растений, в том числе и биофунгициды [12; 13]. К числу таких эффективных биофунгицидов, используемых на зерновых культурах, относится и биопрепарат Псевдобактерин-2 на основе *Pseudomonas aureofaciens* [14; 15].

В последние годы в технологии производства семян зерновых культур широко используется предуборочная десикация с применением глифосатсодержащих препаратов [16; 17]. Показано, что на семенных участках за счет десикации возможно на 5–8 % повысить энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян, а также существенно снизить зараженность их фузариозно-гельминтоспориозной инфекцией [18; 19]. Высокая эффективность данного приема на яровой пшенице установлена в различных исследованиях [20–23].

Вместе с тем исследований по изучению совместного применения на семенных посевах яровой пшеницы биопрепаратов и десикантов в условиях Предкамья Республики Татарстан не проводилось.

Целью исследований была оценка эффективности применения на семенных посевах яровой пшеницы обработки в период вегетации различными биопрепаратами и предуборочной десикации глифосатсодержащим десикантом.

В задачу исследований входило изучение влияния обработок на урожайность семян, их посевные и фитосанитарные свойства, а также на содержание и вынос макроэлементов.

**Материалы и методы.** Полевые опыты проводились в 2018-2020 гг. на опытных полях ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» хозяйства ООО «Агрофирма «Игенче» Арского района Республики Татарстан. Объектом исследования был сорт яровой пшеницы – Йолдыз. Исследования проводились на семенных посевах (репродукция ЭС). Схема двухфакторного опыта была следующей. Фактор А: опрыскивание в период колошения. Изучались варианты: 1. Контроль без обработки; 2. Опрыскивание биофунгицидом Псевдобактерин-2, Ж (1 л/га). Фактор В: десикация. Варианты были следующими: 1. Контроль – без десикации; 2. Десикация (Спрут Экстра, ВР (1,3 л/га)); 3. Десикация + биофунгицид (Спрут Экстра + Псевдобактерин-2, Ж (1 л/га)). Во всех вариантах с опрыскиванием использовалась норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га. Десикация проводилась за 14 дней до уборки урожая.

Общая площадь делянки – 32 м<sup>2</sup>, учетная – 26 м<sup>2</sup>. Норма высева 5,0 млн всхожих семян на 1 га. Предшественник – чистый пар. Повторность – четырехкратная, размещение делянок – последовательное. Почва в опытах – серая лесная тяжелосуглинистая. Она имела следующие агрохимические показатели: содержание гумуса – 2,4–2,6%, обменного калия – 252–260 мг/кг, подвижного фос-

фора – 312–320,0 мг/кг, рН<sub>сол</sub> – 5,7–5,9. Под предпосевную культивацию яровую пшеницу вносилась азофоска (1,0 ц/га) и проводилась корневая подкормка аммиачной селитрой (1 ц/га). Агротехнология возделывания соответствовала зональным рекомендациям для Предкамья Республики Татарстан для семенных посевов яровой пшеницы.

В период вегетации яровой пшеницы в 2018 и 2019 годах отмечались периодически засушливые климатические явления (в 2018 году ГТК за май – 0,82, за вегетацию – 1,11; в 2019 году ГТК за июнь – 0,86, за вегетацию – 1,16), а в 2020 году – условия климата были более благоприятными для формирования урожая яровой пшеницы (ГТК за вегетацию 1,44).

Анализ влажности семян проводили непосредственно после уборки. Фитоэкспертиза семян нового урожая проводилась согласно ГОСТ 12044-93 [24]. Анализ посевных свойств семян (лабораторной всхожести) проводили весной следующего года по ГОСТ 12038-84 [25].

#### Результаты исследований и их обсуждение.

Одной из наиболее распространенных и вредоносных болезней семян яровой пшеницы является «чернота (чернь) зародыша», которая вызывается комплексом фитопатогенных грибов родов *Alternaria*, *Bipolaris* и др. При развитии данных заболеваний на семенах отмечается снижение энергии прорастания семян и лабораторной всхожести, а в полевых условиях – уменьшение полевой всхожести.

Результаты оценки влияния изучаемых приемов на распространенность «черноты (черни) зародыша» приведены в таблице 1.

В годы исследований погодные условия складывались благоприятно для развития болезни, что привело к высокому заражению семян данным комплексным заболеванием в вариантах, где применение биофунгицида в фазу колошения не проводилось. При применении только десиканта также отмечалось увеличение частоты заражения семян данным микозом (на 8,3 % к значениям в контроле). Применение смеси десикант + биофунгицид значительно (в 2,2 раза) снизило рас-

пространенность «черного зародыша» на семенах яровой пшеницы сорта Йолдыз. Однако наиболее сильным снижением заражения семян «черным зародышем» было при применении вариантов с опрыскиванием семенных посевов в фазу колошения биофунгицидом Псевдобактерин-2. При дополнительной десикации смесью десикант + биофунгицид болезнь полностью отсутствовала. По всей видимости, обработка растений в фазу колошения биопрепаратом Псевдобактерин-2 повышает устойчивость растений пшеницы к болезни, что, в свою очередь, способствует профилактике поражения семян «черным зародышем». С учетом высокой вредоносности «черного зародыша», полученные результаты могут стать основой для эффективного контроля данного микоза при производстве семян яровой пшеницы в Предкамье РТ.

Влияние десикации на лабораторную всхожесть семян яровой пшеницы было в основном положительным (таблица 2). Погодные условия 2018–2020 гг. были неблагоприятными для массового заражения семян гелиминтоспориозом и фузариозом, но отмечалась высокая зараженность альтернариозной инфекцией. Применение десикации (особенно на фоне обработки биофунгицидом в фазу колошения) привело к полному отсутствию возбудителей корневых гнилей на семенах. В то же время в отношении альтернариозной инфекции значительного эффекта при использовании предварительного применения в фазу колошения биофунгицида не отмечалось.

Данные по урожайности (таблица 3) показали, что во все годы исследований и по всем фонам обработки в период колошения отмечается определенный рост урожайности при применении десикации. Особенно заметным он был в условиях более увлажненного 2020 года (прирост урожайности от десикации к контролю составил 0,43 т/га против 0,24 т/га в 2018 году). В целом за годы исследований максимальная урожайность семян яровой пшеницы достигалась при применении опрыскивания в фазу колошения биопрепаратом

Таблица 1 – Зараженность семян нового урожая «черным зародышем» у яровой пшеницы сорта Йолдыз при применении биопрепарата и десикации, % (2018–2020 гг.)

Десикация (Фактор В)	Зараженность, %	Отклонение от абсолютного контроля, ± %
Контроль – без опрыскивания (фактор А)		
Контроль	24,3	
Десикант	32,0*	+8,3
Десикант + биофунгицид	11,1	-13,2
Псевдобактерин 2 (опрыскивание в фазу колошения)		
Контроль	2,1	-22,2
Десикант	2,2	-22,1
Десикант + биофунгицид	0	-24,3

Примечание: \* – разница к контролю не достоверна при P = 0,05

Таблица 2 – Показатели качества семян нового урожая яровой пшеницы сорта Йолдыз при применении биопрепарата и десикации (2018–2020 гг.)

Обработка семян (Фактор А)	Лабораторная всхожесть, %	Зараженность семян патогенами		
		гельминтоспориоз	фузариоз	альтернариоз
Контроль – без опрыскивания (фактор А)				
Контроль	98,0	6	4	26
Десикант	99,3*	0	2	22*
Десикант + биофунгицид	94,9*	0	0	18*
Псевдобактерин 2 (опрыскивание в фазу колошения)				
Контроль	94,2	4	0	20
Десикант	99,1*	0	0	44
Десикант + биофунгицид	99,4*	0	0	20

Примечание: \* – разница к контролю не достоверна при  $P = 0,05$

Таблица 3 – Урожайность яровой пшеницы сорта Йолдыз при применении биофунгицида и десикации, т/га (2018-2020 гг.)

Десикация (Фактор В)	Год исследований			Средняя, т/га	Отклонение абсолютного контроля, т/га
	2018 г.	2019 г.	2020 г.		
Контроль – без опрыскивания (фактор А)					
Контроль	4,50	4,08	4,47	4,35	
Десикант	4,74	4,41	4,90	4,68	0,33
Десикант + биофунгицид	4,67	4,66	5,01	4,78	0,43
Псевдобактерин 2 (опрыскивание в фазу колошения)					
Контроль	4,62	4,05	5,61	4,76	0,41
Десикант	5,03	4,49	6,03	5,18	0,83
Десикант + биофунгицид	5,21	4,85	6,08	5,38	1,03
НСР 05 А	0,19	0,12	0,21		
НСР 05 В	0,05	0,09	0,11		

Псевдобактерин 2 и предуборочной десикацией баковой смесью десикант + биопрепарат. В данном варианте урожайность в среднем за 3 года была на 1,03 т/га больше, чем в абсолютном контроле (без любых обработок). При этом необходимо отметить, что в условиях более засушливых 2018 и 2019 годов отдача от использования данного варианта была выше, чем в более увлажненном 2020 году.

Результаты определения в зерне яровой пшеницы содержания макроэлементов представлены в таблице 4. Полученные результаты показали, что применение десикации не ведет к значительным изменениям содержания макроэлементов в зерне яровой пшеницы. На фоне предварительной обработки растений биофунгицидом использование для десикации варианта с баковой смесью деси-

канта с биофунгицидом приводит к росту содержания в зерне азота, но при этом несколько снижается содержание фосфора. Во всех изучаемых вариантах не отмечались существенные изменения в содержании в зерне калия.

Данные по определению выноса макроэлементов с урожаем семян яровой пшеницы приведены в таблице 5.

В опытных вариантах происходило увеличение выноса макроэлементов с урожаем семян яровой пшеницы, что, в первую очередь, связано с ростом урожайности в данных вариантах. Максимальные значения выноса были при использовании всех вариантов с десикацией на фоне предварительного применения биофунгицида. Так, при использовании варианта с чередованием обработки Псевдобактерин-2 с предуборочной

Таблица 4 – Содержание NPK в семенах яровой пшеницы сорта Йолдыз, % в пересчете на сухое вещество при применении десикации (2018–2020 гг.)

Десикация (Фактор В)	Элемент		
	N (по ГОСТ 10846-91)	P (по ГОСТ 26657-97)	K (по ГОСТ 30504-97)
Контроль – без опрыскивания (фактор А)			
Контроль	2,73	0,76	0,40
Десикант	2,74*	0,77*	0,43*
Десикант + биофунгицид	2,64*	0,79*	0,40*
Псевдобактерин 2 (опрыскивание в фазу колошения)			
Контроль	2,66*	0,73*	0,40*
Десикант	2,57	0,73*	0,42*
Десикант + биофунгицид	2,89	0,69	0,40*

Примечание: \* – данные достоверно не отличаются от значений в абсолютном контроле при P = 0,05

Таблица 5 – Вынос NPK с урожаем семян яровой пшеницы сорта Йолдыз, кг/га (2018–2020 гг.)

Десикация (Фактор В)	Элемент		
	N	P	K
Контроль – без опрыскивания (фактор А)			
Контроль	102,1	28,4	15,0
Десикант	110,3	31,0	17,3
Десикант + биофунгицид	108,5	32,5	16,4
Псевдобактерин 2 (опрыскивание в фазу колошения)			
Контроль	108,9	29,9	16,4
Десикант	114,5	32,5	18,7
Десикант + биофунгицид	133,7	31,9	18,5

Таблица 6 – Влажность семян после уборки яровой пшеницы сорта Йолдыз при применении десикации, % (2018–2020 гг.)

Десикация (Фактор В)	Влажность, %	Отклонение от абсолютного контроля, ± %
Контроль – без опрыскивания (фактор А)		
Контроль	14,65	
Десикант	12,38	-2,27
Десикант + биофунгицид	12,44	-2,21
Псевдобактерин 2		
Контроль	14,64	-0,01
Десикант	11,79	-2,86
Десикант + биофунгицид	12,24	-2,41

Примечание: \* – данные достоверно не отличаются от значений в абсолютном контроле при P = 0,05.

десикацией смесью десиканта с биофунгицидом вынос азота с 1 га, в сравнении с контролем, вырос 31,6 кг, или на 30,9 %, что связано со значительным ростом урожайности.

Основной целью десикации является снижение влажности зерна, поэтому после уборки урожая проводилось определение данного показателя (таблица 6).

Во всех вариантах с применением десикации посевов отмечалось достоверное снижение влажности зерна яровой пшеницы в среднем на 2,01–2,86 %. Минимальная влажность зерна была получена на варианте с использованием десиканта на фоне предварительного опрыскивания посевов биофунгицидом (влажность семян составила 11,79 % против 14,65 % в контроле). Несколько больше влажность была при использовании баковой смеси десиканта с биофунгицидом на этом же фоне. Необходимо отметить, что в условиях более увлажненного 2020 года, эффект от десикации в снижении влажности семян был более значительным, чем в более засушливые 2018 и 2019 годы.

**Выводы.** Применение схемы обработки пшеницы, при которой в фазу колошения проводилась обработка посевов биофунгицидом Псевдобактерин 2, а затем за две недели до уборки осуществлялась десикация баковой смесью десикант + биофунгицид привело к снижению заражения семян нового урожая «черным зародышем» и возбудителями корневых гнилей. При этом наблюдался рост урожайности семян яровой пшеницы. Применение десикации на фоне предварительной обработки посевов биофунгицидом обеспечивает несколько лучшее подсушивание зерна.

В целом применение схемы, при которой в фазу колошения используется биофунгицид, а затем за две недели до уборки проводится десикация баковой смесью десикант + биофунгицид, может быть рекомендована при производстве семян яровой пшеницы в условиях Предкамья Республики Татарстан.

#### Список источников

1. Организация первичного семеноводства новых сортов зерновых, зернобобовых, крупяных культур и сои / А.А. Полухин [и др.] // Земледелие. 2022. № 5. С. 28-31.
2. Новохатин В.В. Научное обоснование первичного и элитного семеноводства зерновых культур // Достижения науки и техники АПК. 2018. № 9. С. 40-47.
3. Ленточкин А.М., Куклина Е.Н. Формирование посевных качеств семян раннеспелыми, среднеранними и среднеспелыми сортами яровой пшеницы // Пермский аграрный вестник. 2022. № 2 (38). С. 71-77.
4. Левин В.И., Антипкина Л.А., Ступин А.С. Последствие стресс-факторов на прорастание и посевные качества семян зерновых культур // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 4 (48). С. 3-10. EDN: XYUPKS.
5. Important wheat diseases in the US and their management in the 21st century / J. Singh [et al.] // Frontiers in plant science. 2023. Vol. 13. P. 1010191. DOI: 10.3389/fpls.2022.1010191.
6. GWAS for resistance against black point caused by *Bipolaris sorokiniana* in wheat / Q. Li [et al.] // Journal of Cereal Science. 2020. Vol. 91. P. 102859. DOI:10.1016/j.jcs.2019.102859.
7. Pathogenicity of *Bipolaris* Spp. Isolates Causes Root Rot in Wheat Plants / B. Tunalı [et al.] // Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology. 2023. Vol. 11 (3). P. 424-430. DOI:10.24925/turjaf.v11i3.424-431.4840.
8. Гришечкина Л.Д. Фунгициды для защиты пшеницы яровой от семенной и почвенной инфекции // Защита и карантин растений. 2022. № 3. С. 13-17.
9. Колесников Л.Е. Влияние интенсивности поражения листьев яровой мягкой пшеницы возбудителями болезней на элементы структуры урожая // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2015. № 10. С. 107-11.
10. Фитосанитарный мониторинг и контроль фитопатогенов яровой пшеницы / Е.Ю.Торопова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2021. № 6. С. 25-32.
11. Особенности диагностики семян зерновых культур, предназначенных на экспорт / Е.Р. Ручков [и др.] // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14. № 3. С. 44-50. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-81-3-44-50.
12. Разина А.А., Бояркин Е.В., Дятлова О.Г. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предпосевной подготовки семян // Вестник КрасГАУ. 2022. № 9 (186). С. 67-73.
13. Власенко Н.Г., Бурлакова С.В., Егорычева М.Т. Биофунгициды в технологии выращивания яровой пшеницы // Российская сельскохозяйственная наука. 2023. № 4. С. 25-28. DOI: 10.31857/S2500262723040051.
14. Гвоздева М.С., Волкова Г.В. Оценка эффективности биологических протравителей против семенной и почвенной инфекции на озимой пшенице // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 7. С. 43-48. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10707.
15. Козлова Л.М., Носкова Е.Н., Попов Ф.А. Оценка развития болезней зерновых культур при ресурсосберегающих системах обработки почвы и применении биопрепаратов в адаптивно-ландшафтном земледелии // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. № 6. С. 721-732.

16. Елисеев С.Л., Яркова Н.Н. Десикация яровых зерновых культур в Предуралье // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 6. С. 6-8.

17. Немченко В.В., Замятин А.А. Эффективность предуборочного применения гербицида Ураган Форте (десикация) на посевах яровой пшеницы в Курганской области // Аграрный вестник Урала. 2011. № 5. С. 14-15.

18. Деградация диквата в пшенице яровой при использовании десиканта молоток / Н.С. Обухова [и др.] // Плодородие. 2022. № 4 (127). С. 16-18.

19. Шарафутдинов М.Х., Габдрахманов И.Х., Сафин Р.И. Оценка эффективности предуборочной десикации на семенных посевах яровой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2014. № 2. С. 22-26.

20. Данилова А.А., Итэсь Ю.В., Колбин С.А. Содержание глифосата в зерне при десикации посевов в Приобье // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 3. С. 24-30. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-3-3.

21. Немченко В.В., Замятин А.А. Эффективность предуборочного применения гербицида Ураган Форте (десикация) на посевах яровой пшеницы в Курганской области // Аграрный вестник Урала. 2011. № 5 (84). С. 14-15.

22. Лаптиев А.Б., Волосатова Н.С. Десикация: современные средства и контроль остаточных количеств // Агротехника. 2020. № 10. С. 51-57. DOI: 10.31857/S000218812010004X.

23. Влияние некорневых подкормок различными жидкими удобрениями на развитие болезней и продуктивность озимой пшеницы / Р.И. Сафин [и др.] // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 2 (46). С. 42-48. EDN: PEUWDJ.

24. ГОСТ 12044-93 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. М.: Стандартинформ, 2011. 59 с.

25. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. М.: Стандартинформ, 2011. 64 с.

### References

1. Polukhin A.A. Organizatsiya pervichnogo semenovodstva novykh sortov zernovykh, zernobobovykh, krupyanykh kul'tur i soi [Organization of primary seed production of new varieties of grains, legumes, cereals and soybeans]. *Zemledelie*. 2022; (5): 28-31. (In Russ).

2. Novokhatin V.V. Nauchnoe obosnovanie pervichnogo i elitnogo semenovodstva zernovykh kul'tur [Scientific rationale for primary and elite seed production of grain crops]. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2018; (9): 40-47. (In Russ).

3. Lentochkin A.M., Kuklina E.N. Formirovanie posevnykh kachestv semyan rannespelymi, srednerannimi i srednespelymi sortami yarovoi pshenitsy [Formation of sowing qualities of seeds by early, mid-early and mid-ripening varieties of spring wheat]. *Perm Agrarian Journal*. 2022; (2-38): 71-77. (In Russ).

4. Levin V.I., Antipkina L.A., Stupin A.S. Posledeistvie stress-faktorov na prorastanie i posevnye kachestva semyan zernovykh kul'tur [The aftereffect of stress factors on germination and grain seeds qualities]. *Vestnik Kurganskoj GSHA*. 2023; (4-48): 3-10. EDN: XYUPKS. (In Russ).

5. Singh J. et al. Important wheat diseases in the US and their management in the 21st century. *Frontiers in plant science*. 2023; (13): 1010191. DOI: 10.3389/fpls.2022.1010191.

6. Li Q. et al. GWAS for resistance against black point caused by *Bipolaris sorokiniana* in wheat. *Journal of Cereal Science*. 2020; (91): 102859. DOI:10.1016/j.jcs.2019.102859.

7. Tunali B. et al. Pathogenicity of *Bipolaris* Spp. Isolates Causes Root Rot in Wheat Plants. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. 2023; (11-3): 424-430. DOI:10.24925/turjaf.v11i3.424-431.4840.

8. Grishechkina L.D. Fungitsidy dlya zashchity pshenitsy yarovoi ot semennoi i pochvennoi infektsii [Fungicides for protecting spring wheat from seed and soil infections]. *Protection and quarantine of plants*. 2022; (3): 13-17. (In Russ).

9. Kolesnikov L.E. Vliyanie intensivnosti porazheniya list'ev yarovoi myagkoi pshenitsy vzbuditelyami boleznei na elementy struktury urozhaya [The influence of the intensity of damage to leaves of spring soft wheat by pathogens on the elements of the crop structure]. *Sel'skokhozyaistvennyye nauki i agropromyshlennyi kompleks na rubezhe vekov*. 2015; (10): 107-11. (In Russ).

10. Toropova E.Yu. et al. Fitosanitarnyi monitoring i kontrol' fitopatogenov yarovoi pshenitsy [Phytosanitary monitoring and control of phytopathogens of spring wheat]. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2021; (6): 25-32. (In Russ).

11. Ruchkov E.R. et al. Osobennosti diagnostiki semyan zernovykh kul'tur, prednaznachennykh na eksport [Features of diagnostics of grain crop seeds intended for export]. *Grain economy of Russia*. 2022; (14-3): 44-50. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-81-3-44-50. (In Russ).

12. Razina A.A., Boyarkin E.V., Dyatlova O.G. Urozhainost' i kachestvo zerna yarovoi pshenitsy v zavisimosti ot predposevnoi podgotovki semyan [Productivity and grain quality of spring wheat depending on pre-sowing seed preparation]. *The Bulletin of KrasGAU*. 2022; (9-186): 67-73. (In Russ).

13. Vlasenko N.G., Burlakova S.V., Egorycheva M.T. Biofungitsidy v tekhnologii

vyrashchivaniya yarovoi pshenitsy [Biofungicides in the technology of growing spring wheat]. *Russian Agricultural Sciences*. 2023; (4): 25-28. DOI: 10.31857/S2500262723040051. (In Russ).

14. Gvozdeva M.S., Volkova G.V. Otsenka effektivnosti biologicheskikh protravitelei protiv semennoi i pochvennoi infektsii na ozimoi pshenitse [Evaluation of the effectiveness of biological disinfectants against seed and soil infections on winter wheat]. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2020; (34-7): 43-48. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10707. (In Russ).

15. Kozlova L.M., Noskova E.N., Popov F.A. Otsenka razvitiya boleznei zernovykh kul'tur pri resursosberegayushchikh sistemakh obrabotki pochvy i primeneni biopreparatov v adaptivno-landshaftnom zemledelii [Assessment of the development of diseases of grain crops under resource-saving soil cultivation systems and the use of biological products in adaptive landscape agriculture]. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2020; (6): 721-732. (In Russ).

16. Eliseev S.L., Yarkova N.N. Desikatsiya yarovykh zernovykh kul'tur v Predural'e [Desiccation of spring grain crops in the Urals]. *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk*. 2014; (6): 6-8. (In Russ).

17. Nemchenko V.V., Zamyatin A.A. Effektivnost' preduborochnogo primeneniya gerbitsida Uragan Forte (desikatsiya) na posevakh yarovoi pshenitsy v Kurganskoi oblasti [The effectiveness of pre-harvest application of the herbicide Hurricane Forte (desiccation) on spring wheat crops in the Kurgan region]. *Agricultural Bulletin of the Ural*. 2011; (5): 14-15. (In Russ).

18. Obukhova N.S. et al. Degradatsiya dikvata v pshenitse yarovoi pri ispol'zovanii desikanta molotok [Degradation of diquat in spring wheat using hammer desiccant]. *Plodородie*. 2022; (4-127): 16-18. (In Russ).

19. Sharafutdinov M.Kh., Gabdrakhmanov I.Kh., Safin R.I. Otsenka effektivnosti preduborochnoi desikatsii na semennykh posevakh yarovoi pshenitsy [Evaluation of the effectiveness of pre-harvest desiccation on spring wheat seed crops]. *Grain economy of Russia*. 2014; (2): 22-26. (In Russ).

20. Danilova A.A., Ites Yu.V., Kolbin S.A. Soderzhanie glifosata v zerne pri desikatsii posevov v Priob'e [Glyphosate content in grain during crop desiccation in the Ob region]. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2021; (51-3): 24-30. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-3-3. (In Russ).

21. Nemchenko V.V., Zamyatin A.A. Effektivnost' preduborochnogo primeneniya gerbitsida Uragan Forte (desikatsiya) na posevakh yarovoi pshenitsy v Kurganskoi oblasti [The effectiveness of pre-harvest application of the herbicide Hurricane Forte (desiccation) on spring wheat crops in the Kurgan

region]. *Agricultural Bulletin of the Ural*. 2011; (5-84): 14-15. (In Russ).

22. Laptiev A.B., Volosatova N.S. Desikatsiya: sovremennye sredstva i kontrol' ostatochnykh kolichestv [Desiccation: modern means and control of residues]. *Agrohimia*. 2020; (10): 51-57. DOI: 10.31857/S000218812010004X. (In Russ).

23. Safin R.I. et al. Vliyanie nekornevykh podkormok razlichnymi zhidkimi udobreniyami na razvitie boleznei i produktivnost' ozimoi pshenitsy [Influence of foliage application with various liquid fertilizers on the development of diseases and productivity of winter wheat]. *Vestnik Kurganskoy GSHA*. 2023; (2-46): 42-48. EDN: PEUWDJ. (In Russ).

24. GOST 12044-93 Semena sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Metody opredeleniya zarazhennosti boleznyami [Agricultural seeds. Methods for determining disease infestation]. M.: Standartinform; 2011. (In Russ).

25. GOST 12038-84 Semena sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti [Agricultural seeds. Methods for determining germination]. M.: Standartinform; 2011. (In Russ).

#### Информация об авторах

Р.И. Сафин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; AuthorID 143372.

Г.Х. Хусаинова – аспирант; AuthorID 1101780.

Р.М. Низамов – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; AuthorID 551791.

Г.С. Миннуллин – доктор сельскохозяйственных наук; AuthorID 384166.

Ф.З. Кадырова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; AuthorID 334220.

#### Information about the author

R.I. Safin – Doctor of Agricultural Sciences, Professor; AuthorID 143372.

G.Kh. Khusainova – graduate student; AuthorID 1101780.

R.M. Nizamov – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor; AuthorID 551791.

G.S. Minnullin – Doctor of Agricultural Sciences; AuthorID 384166.

F.Z. Kadyrova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor; AuthorID 334220.

Статья поступила в редакцию 09.12.2024; одобрена после рецензирования 16.01.2024; принята к публикации 19.03.2024.

The article was submitted 09.12.2024; approved after reviewing 16.01.2024; accepted for publication 19.03.2024.

Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 22–27  
Vestnik Kurganskoj GSNA. 2024; (1-49): 22–27

### Научная статья

УДК 636.08.003:636.2.034  
Код ВАК 4.2.4

EDN: JFPRDM

## ПРОДУКТИВНОСТЬ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЯСНЫХ ПОРОД, РАЗВОДИМОГО В УСЛОВИЯХ ЗАУРАЛЬЯ

Елена Ивановна Алексеева<sup>1</sup>, Светлана Фаилевна Суханова<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Курганский государственный университет, Курган, Россия

<sup>1</sup> [AlekseevaElena@yandex.ru](mailto:AlekseevaElena@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-7717-3343>

<sup>2</sup> [nauka007@mail.ru](mailto:nauka007@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4921-1725>

**Аннотация.** В статье представлены результаты по изучению хозяйственно-полезных признаков крупного рогатого скота специализированных мясных пород, разводимых в условиях Зауралья. Исследования проводились в ООО «Луч» и КФХ «Пшеничникова Т.К.» Курганской области на бычках абердин-ангусской и герефордской пород в период с 2016 по 2021 годы. Для изучения роста и развития животных были сформированы две группы по 30 голов в каждой: I – бычки абердин-ангусской породы, II – бычки герефордской породы. Для оценки показателей мясной продуктивности отбирались животные методом пар-аналогов по три головы в две группы: I – бычки абердин-ангусской породы, II – бычки герефордской породы. Для убоя и оценки мясной продуктивности отбирались животные методом пар-аналогов по три головы из каждой группы по методикам, описанным А. И. Овсянниковым. Контрольный убой проводился в 15-месячном возрасте по методике ВАСХНИИЛ (1990) и ГОСТ 34120-2017. Полученные данные были обработаны статистическими методами, составлены уравнения регрессии, рассчитаны коэффициенты корреляции и детерминации между следующими признаками: «живая масса при рождении – живая масса при отъеме», «площадь мышечного глазка – коэффициент мясности», «живая масса при отъеме – предубойная масса», «интенсивность формирования животного – коэффициент мясности», «абсолютный прирост живой массы до отъема – масса туши». Установлено, что между изучаемыми показателями существует прямая корреляционная зависимость в пределах от 0,55 до 0,73, коэффициент детерминации варьировался от 0,33 до 0,61. Наибольшее значение коэффициента корреляции выявлено между хозяйственно-полезными признаками «площадь мышечного глазка – коэффициент мясности» – 0,73. Полученные результаты позволяют рекомендовать их для использования в селекционной работе с крупным рогатым скотом специализированных мясных пород.

**Ключевые слова:** крупный рогатый скот, мясная продуктивность, герефордская порода, абердин-ангусская порода, коэффициент корреляции, коэффициент детерминации.

**Для цитирования:** Алексеева Е.И., Суханова С.Ф. Продуктивность крупного рогатого скота специализированных мясных пород, разводимого в условиях Зауралья // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 22–27. EDN: JFPRDM.

### Scientific article

## PRODUCTIVITY OF SINGLE-PURPOSE MEAT BREEDS CATTLE BRED IN THE CONDITIONS OF THE TRANS-URAL REGION

Elena I. Alekseeva<sup>1</sup>, Svetlana F. Sukhanova<sup>2</sup>

<sup>1, 2</sup> Kurgan state university, Kurgan, Russia

<sup>1</sup> [Alekseeva Elena@yandex.ru](mailto:AlekseevaElena@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-7717-3343>

<sup>2</sup> [nauka007@mail.ru](mailto:nauka007@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4921-1725>

**Abstract.** The article presents the results of the study of economically useful indicators of the single-purpose meat breeds cattle bred in the conditions of the Trans-Ural region. The research was carried out in ООО 'Luch' (LLC) and 'Pshenichnikova T.K.' farm of the Kurgan region on the bulls of the Aberdeen Angus and Hereford breeds in the period from 2016 to 2021. To study the growth and development of animals, two groups of 30 heads each were formed: I – bull-calves of the Aberdeen Angus breed, II – bull-calves of the Hereford breed. To assess the indicators of meat productivity, animals were selected according to the principle of analogue pairs by three heads in two groups each: I – bull-calves of the Aberdeen Angus breed, II – bull-calves of the Hereford breed. For slaughter and assessment of meat productivity, animals were selected using the method of analogue pairs, three heads from each group according to the methods described by A.I. Ovsyannikov. Control slaughter was carried out at 15 months of age according to the method of VASKHNIIL (1990) and GOST 34120-2017. The data obtained were processed by statistical methods, regression equations were compiled, the coefficients of correlation and determination were calculated considering the following indicators: live weight at birth – live weight at weaning, loin eye area – meat coefficient, live weight at weaning – pre-slaughter weight, intensity of animal formation – meat coefficient, an absolute increase in live weight before weaning – weight of the carcass. It was found that there is a direct correlation between the studied indicators in the range from 0.55 to 0.73, the coefficient of determination – from 0.33 to 0.61. The highest value of the coefficient of correlation was revealed between the economically useful indicators 'muscle eye area – meatiness coefficient' – 0.73. The results obtained allow us to recommend them for breeding work with single-purpose meat breeds cattle.

© Алексеева Е.И., Суханова С.Ф., 2024



**Keywords:** cattle, meat productivity, Hereford breed, Aberdeen-Angus breed, coefficient of correlation, coefficient of determination.

**For citation:** Alekseeva E.I., Sukhanova S.F. Productivity of single-purpose meat breeds cattle bred in the conditions of the Trans-Ural region. Vestnik Kurganskoj GSXA. 2024; (1-49): 22–27. EDN: JFPRDM. (In Russ).

**Введение.** В современной экономической ситуации, связанной с санкциями, для формирования продовольственной безопасности России, улучшения обеспечения населения ценными продуктами питания необходимо увеличивать производство продуктов животноводства отечественного производства [1]. На сегодняшний день остро стоит проблема роста производства говядины, занимающей ведущее место в мясном балансе страны [2–4]. Один из путей решения задачи производства высококачественной говядины – развитие отрасли специализированного мясного скотоводства [5–7]. По данным Росстата, за первое полугодие 2023 года, в России во всех категориях хозяйств насчитывалось 18,2 млн голов крупного рогатого скота. В сельскохозяйственных организациях содержится порядка 44 % всего поголовья крупного рогатого скота, 39 % – в хозяйствах населения и 17 % – в крестьянско-фермерских хозяйствах. Положительная динамика увеличения поголовья скота наблюдалась только в фермерских хозяйствах, где численность скота выросла на 1,2 %, или на 35,4 тыс. голов. Ведущая роль в сегменте промышленного мясного скотоводства принадлежит предприятиям Центрального федерального округа – 32 % поголовья, в Приволжском федеральном округе сосредоточено 29 %, в Сибири – 14 % поголовья скота [8]. В Курганской области в основном выращивается крупный рогатый скот герефордской и абердин-ангусской пород. Структуру породного состава поголовья можно представить так: герефордский скот – 65,0 %, абердин-ангусский – 33,0 %, ауликольский, казахский белоголовый, калмыцкий, шароле – 2,0 %.

Положительной динамики в развитии мясного скотоводства можно добиться, уделяя особое внимание показателям продуктивности и качества мяса крупного рогатого скота. Поиск способов совершенствования продуктивных показателей имеет первостепенное значение в селекционной работе со специализированным мясным скотом. Прижизненная оценка и отбор животных по некоторым показателям качества мяса проблематичны [9–12]. В этой связи при разработке и совершенствовании мероприятий по повышению мясной продуктивности, качеству мяса крупного рогатого скота необходимо учитывать характер корреляционных и регрессионных связей различных показателей у животных [13].

Целью работы являлось изучение взаимосвязи между показателями продуктивности крупного рогатого скота специализированных мясных пород статическими методами анализа.

**Материалы и методы.** Исследования продуктивных показателей крупного рогатого скота мясных пород проводились в 2016–2021 гг. в ООО «Луч» и КФХ «Пшеничников Т.К.» Курганской области на бычках абердин-ангусской и герефордской пород. Для изучения роста и развития животных было сформировано две группы по 30 голов в каждой: I – бычки абердин-ангусской породы, II – бычки герефордской породы. Для уоя и оценки мясной продуктивности отбирались животные методом пар-аналогов по три головы из каждой группы по методикам, описанным А. И. Овсянниковым (1976) [14].

Живую массу подопытных животных определяли путем взвешивания от рождения до 15-месячного возраста (включительно). Предубойную массу определяли взвешиванием перед убоем после голодной выдержки в течение 24 часов. Контрольный убой проводился в 15-месячном возрасте по методике ВАСХНИИЛ (1990) и ГОСТ 34120-2017 [15]. Массу туши определяли путем взвешивания туши с внутренним жиром без головы, хвоста, шкуры, внутренних органов и конечностей (передних – до запястья, задних – по скакательный сустав).

Абсолютный прирост живой массы животных рассчитывали по формуле:

$$D_a = W_1 - W_0, \quad (1)$$

где  $D_a$  – абсолютный прирост живой массы, кг;  $W_0$  – живая масса в начале учетного периода, кг;  $W_1$  – живая масса в конце учетного периода, кг [16].

Интенсивность формирования животного рассчитывали по формуле:

$$\Delta t = \frac{(W_2 - W_1)}{0,5 \times (W_1 + W_2)} - \frac{(W_4 - W_3)}{0,5 \times (W_3 + W_4)} \times 100\%, \quad (2)$$

где  $\Delta t$  – интенсивность формирования животного;  $W_1, W_2, W_3, W_4$  – живая масса в смежные месяцы выращивания, кг.

Коэффициент мясности определялся по формуле:

$$K_M = \frac{СЧ}{НЧ}, \quad (3)$$

где  $K_M$  – коэффициент мясности;  $СЧ$  – масса съедобных частей туши, кг;  $НЧ$  – масса несъедобных частей туши, кг.

Площадь мышечного глазка определяли в охлажденном состоянии говядины путем измерения линейкой и рассчитывали по формуле:

$$S = a \times b \times 0,8, \quad (4)$$

где  $S$  – площадь мышечного глазка, см;  $a$  – длина мышечного глазка, см;  $b$  – ширина мышечного глазка, см; 0,8 – коэффициент [17].

Полученные результаты были обработаны статистическими методами, составлены уравнения регрессии, на основании которых рассчитаны коэффициенты корреляции, эластичности и детерминации между следующими хозяйственно-полезными признаками: «площадь мышечного глазка – коэффициент мясности», «интенсивность формирования животного – коэффициент мясности», «живая масса при отъеме – предубойная масса», «абсолютный прирост живой массы до отъема – масса туши», «живая масса при рождении – живая масса при отъеме» [18; 19].

Коэффициент корреляции ( $r$ ) показывает степень связи между двумя показателями. Коэффициент корреляции может иметь положительное и отрицательное значение, что рассматривается как прямая и обратная связь соответственно. Согласно шкалы Чеддока при  $r$  от 0 до 0,3 связь между показателями очень слабая, от 0,3 до 0,5 – слабая, от 0,5 до 0,7 – средняя, от 0,7 до 0,9 – высокая, от 0,9 до 1 – очень высокая. Коэффициент детерминации, или величина достоверности аппроксимации, ( $R^2$ ) – это мера качества регрессионной

модели, описывающей связь между зависимой и независимыми переменными модели. Для приземлемых моделей предполагается, что коэффициент детерминации должен быть не меньше 50 %, модели с коэффициентом детерминации больше 80 % считаются достаточно хорошими [20].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты статистического анализа взаимосвязей между хозяйственно-полезными признаками молодняка крупного рогатого скота специализированных мясных пород представлены в таблице.

Анализ взаимосвязи показателей «интенсивность формирования животного – коэффициент мясности» выявил, что у молодняка герефордской породы коэффициент корреляции составил 0,62, т. е. связь между признаками средняя и прямая, соответственно, при увеличении интенсивности формирования животного будет повышаться коэффициент мясности. Но при этом коэффициент детерминации указывает на то, что коэффициент мясности на 37,8 % зависит от интенсивности формирования животного и на 62,2 % определяется неучтенными факторами. Оценка значений показателей «интенсивность формирования животного – коэффициент мясности» у бычков абердин-ангусской породы позволила определить, что

Таблица – Взаимосвязь селекционно-генетических показателей молодняка крупного рогатого скота мясного направления продуктивности

Показатель	n	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации
Герефордская порода				
Интенсивность формирования животного – коэффициент мясности	3	$y=69,70x-233,20$	0,62	0,378
Площадь мышечного глазка – коэффициент мясности	3	$y=0,01x+3,32$	0,73	0,536
Живая масса при рождении – живая масса при отъеме	30	$y=4,08x+77,89$	0,51	0,520
Живая масса при отъеме – предубойная масса	3	$y=1,12x-361,43$	0,57	0,330
Абсолютный прирост живой массы до отъема – масса туши	3	$y=0,41x+228,95$	0,72	0,510
Абердин-ангусская порода				
Интенсивность формирования животного – коэффициент мясности	3	$y=17,98x+18,70$	0,69	0,476
Площадь мышечного глазка – коэффициент мясности	3	$y=0,03x+1,20$	0,55	0,310
Живая масса при рождении – живая масса при отъеме	30	$y=2,43x+164,00$	0,60	0,580
Живая масса при отъеме – предубойная масса	3	$y=0,07x+187,37$	0,71	0,610
Абсолютный прирост живой массы до отъема – масса туши	3	$y=4,53x-673,26$	0,71	0,500

связь между признаками средняя и прямая, т. к.  $r = 0,69$ . Коэффициент детерминации указывает, что коэффициент мясности на 47,6 % зависит от интенсивности формирования животного и на 52,4 % определяется неучтенными факторами [13]. При рассмотрении данных хозяйственно полезных признаков величина достоверности аппроксимации указывает на модель приемлемого качества.

Статистический анализ хозяйственно полезных признаков «площадь мышечного глазка – коэффициент мясности» выявил, что у животных герефордской породы коэффициент корреляции составил 0,73, т. е. связь между признаками высокая и прямая. Значение коэффициента детерминации указывает на то, что коэффициент мясности зависит от площади мышечного глазка на 53,6 % и на 46,4 % определяется неучтенными факторами, т. е. рассматриваемая модель имеет приемлемое качество [21]. Рассмотрение показателей «площадь мышечного глазка – коэффициент мясности» у молодняка абердин-ангусской породы статистическими методами выявило, что связь между признаками средняя и прямая ( $r = 0,55$ ). Коэффициент детерминации показывает, что коэффициент мясности на 31,0 % зависит от площади мышечного глазка животного и на 69,0 % определяется неучтенными факторами.

Путем статистического анализа показателей «живая масса при рождении – живая масса при отъеме» установлено, что у молодняка герефордской породы коэффициент корреляции равен 0,51, т. е. связь между признаками средняя и прямая. Коэффициент детерминации показывает, что живая масса при отъеме зависит от живой массы при рождении на 52,0 % и на 48,0 % определяется неучтенными факторами. Анализ показателей «живая масса при рождении – живая масса при отъеме» выявил, что связь между признаками очень высокая и прямая –  $r = 0,60$ . Коэффициент детерминации показывает, что живая масса при отъеме зависит от живой массы при рождении на 58,0 % и на 46,0 % определяется неучтенными факторами, данная модель хорошего качества.

Анализ показателей «живая масса при отъеме – предубойная масса» показал, что у молодняка герефордской породы коэффициент корреляции равен 0,57, т. е. связь между признаками средняя и прямая. Коэффициент детерминации показывает, что предубойная масса зависит от живой массы при отъеме на 33,0 % и на 67,0 % определяется неучтенными факторами. Статистический анализ данных показателей у животных абердин-ангусской породы выявил, что связь между признаками очень высокая и прямая, т. к.  $r = 0,71$ . Коэффициент детерминации показывает, что предубойная масса зависит от жи-

вой массы при отъеме на 61,0 % и на 39,0 % определяется неучтенными факторами. Рассматриваемая модель характеризуется как модель хорошего качества.

Анализ показателей «абсолютный прирост живой массы до отъема – масса туши» позволил выявить, что у животных герефордской породы связь между признаками высокая и прямая, коэффициент корреляции равен 0,72. Коэффициент детерминации показывает, что масса туши зависит от абсолютного прироста живой массы до отъема на 51,0 % и на 49,0 % определяется неучтенными факторами. С помощью корреляционного анализа данной зависимости у молодняка абердин-ангусской породы было установлено, что связь между признаками высокая и прямая –  $r = 0,71$ . Коэффициент детерминации указывает, что масса туши зависит от абсолютного прироста живой массы до отъема на 50,0 % и на 50,0 % определяется неучтенными факторами [13]. Изучаемая модель имеет приемлемое качество.

**Заключение.** Установлено, что между изучаемыми показателями продуктивности крупного рогатого скота мясных пород существует прямая корреляционная зависимость в пределах от 0,55 до 0,73, коэффициент детерминации был в пределах от 0,33 до 0,61. Наибольшее значение коэффициента корреляции выявлено между хозяйственно-полезными признаками «площадь мышечного глазка – коэффициент мясности» – 0,73. Полученные результаты статического анализа взаимосвязи показателей продуктивности позволяют рекомендовать их для использования в селекционной работе с крупного рогатого скота специализированных мясных пород.

#### Список источников

1. Состояние и развитие животноводства на современном этапе / А.Т. Мысик [и др.] // Зоотехния. 2023. № 10. С. 2-7.
2. Алексеева Е.И. Оценка продуктивности молодняка мясного крупного рогатого скота разной породной принадлежности // Вестник Курганской ГСХА. 2018. № 2 (26). С. 9-14.
3. Головкин Е.Н., Синельщикова И.А., Забашта Н.Н. Откорм бычков абердин-ангусской, калмыцкой и шаролежской пород в условиях экологически безопасного кормления и содержания // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 99. С. 219-225.
4. Сафонов С.Н. Эффективные технологии мясного скотоводства в условиях Курганской области // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 1 (45). С. 40-46.
5. Смакуев Д.Р., Шевхужев А.Ф., Семенов В.В. Мясная продуктивность бычков разных пород, разводимых в условиях Северо-Кавказского

регион // Молочное и мясное скотоводство. 2023. № 1. С. 19-23.

6. Стенькин Н.И. Скрещивание бестужевской породы с герефордской и мясная продуктивность их помесей // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 1 (61). С. 150-154.

7. Особенности выращивания и откорма бычков калмыцкой и абердин-ангусской пород / И.Н. Тузов [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 107. С. 322-328.

8. Ибатова Э. Российский рынок говядины: в первом полугодии 2023-го наметилась тенденция к росту импорта // Сельскохозяйственное обозрение «Ценовик» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tsenovik.ru/articles/obzory-i-prognozy/rossiyskiy-rynok-govyadiny-v-pervom-polugodii-2023-go-nametilas-tendentsiya-k-rostu-importa/?ysclid=lsvjxn529p732628953> (дата обращения: 19.12.2023).

9. Селекционно-генетические параметры роста, развития и типа телосложения ремонтных телок абердин-ангусской породы и помесей с черно-пестрой породой / С.Д. Батанов [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. 2023. № 3. С. 14-18.

10. Бисчоков Р.М., Суханова С.Ф. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур методами нечеткой логики // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2023. № 1 (65). С. 119-125.

11. Корреляционный анализ морфофизиологической адаптации животного организма к условиям среды обитания / И.И. Кочиш [и др.] // Зоотехния. 2023. № 5. С. 29-32.

12. Хозяйственно-полезные признаки красного степного скота разных генотипов / Т.Т. Тарчоков [и др.] // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 4 (48). С. 43-49.

13. Алексеева Е.И. Применение корреляционного анализа в повышении мясной продуктивности крупного рогатого скота // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса: материалы международной научно-практической конференции. Лесниково: Изд-во Курганской ГСХА, 2016. С. 281-284.

14. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: Колос, 1976. 304 с.

15. ГОСТ 34120-2017 Крупный рогатый скот для убоя. Говядина и телятина в тушах, полутушах и четвертинах. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2020. 20 с.

16. Смирнова М.Ф., Сафронов С.Л., Смирнова В.В. Практическое руководство по мясному скотоводству. Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2016. 320 с.

17. ГОСТ 33818-2016 Мясо. Говядина высококачественная. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2019. 12 с.

18. ГОСТ 24026-80 Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения. М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1991. 19 с.

19. ГОСТ Р ИСО 3534-1-2019 Национальный стандарт Российской Федерации. Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 1. Общие статистические термины и термины, используемые в теории вероятностей. М.: Стандартинформ, 2020. 66 с.

20. Баврина А.П., Борисов И.Б. Современные правила применения корреляционного анализа // Медицинский альманах. 2021. № 3 (68). С. 70-79.

21. Суханова С.Ф., Алексеева Е.И. Продуктивные качества мясного скота в условиях Зауралья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 10 (156). С. 161-167.

## References

1. Mysik A.T. et al. Sostoyanie i razvitie zhivotnovodstva na sovremennom etape [State and development of livestock farming at the present stage]. *Zootekhnika*. 2023; (10): 2-7. (In Russ).

2. Alekseeva E.I. Otsenka produktivnosti molodnyaka myasnogo krupnogo rogatogo skota raznoi porodnoi prinadlezhnosti [Assessment of the productivity of young beef cattle of different breeds]. *Vestnik Kurganskoy GSHA*. 2018; (2-26): 9-14. (In Russ).

3. Golovko E.N., Sinelshchikova I.A., Zabashta N.N. Otkorm bychkov aberdin-angusskoi, kalmytskoi i sharolezskoi porod v usloviyakh ekologicheskii bezopasnogo kormleniya i soderzhaniya [Fattening bulls of Aberdeen-Angus, Kalmyk and Charolais breeds under environmentally safe feeding and management conditions]. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2022; (99): 219-225. (In Russ).

4. Safonov S.N. Effektivnye tekhnologii myasnogo skotovodstva v usloviyakh Kurganskoi oblasti [Effective technologies for beef cattle breeding in the Kurgan region]. *Vestnik Kurganskoy GSHA*. 2023; (1-45): 40-46. (In Russ).

5. Smakuev D.R., Shevkhuzhev A.F., Semenov V.V. Myasnaya produktivnost' bychkov raznykh porod, razvodimykh v usloviyakh Severo-Kavkazskogo region [Meat productivity of bull calves of different breeds bred in the North Caucasus region]. *Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2023; (1): 19-23. (In Russ).

6. Stenkin N.I. Skreshchivanie bestuzhevskoi породы s gerefordskoi i myasnaya produktivnost' ikh pomesei [Crossing the Bestuzhev breed with the Hereford breed and the meat productivity of their crosses]. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2023; (1-61): 150-154. (In Russ).

7. Tuzov I.N. et al. Osobennosti vyrashchivaniya i otkorma bychkov kalmytskoi i aberdin-angusskoi porod [Peculiarities of growing and fattening bulls of the Kalmyk and Aberdeen-Angus breeds]. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2023; (107): 322-328. (In Russ).
8. Ibatova E. Rossiiskii rynek govyadiny: v pervom polugodii 2023-go nametilas' tendentsiya k rostu importa [Russian beef market: in the first half of 2023, there was a trend toward import growth]. *Sel'skokhozyaistvennoe obozrenie «Tsenovik»* [Internet]. URL: <https://www.tsenovik.ru/articles/obzory-i-prognozy/rossiyskiy-rynek-govyadiny-v-pervom-polugodii-2023-go-nametilas-tendentsiya-k-rostu-importa/?ysclid=lsvjxn529p732628953> (Accessed: 19 December 2023). (In Russ).
9. Batanov S.D. et al. Seleksionno-geneticheskie parametry rosta, razvitiya i tipa teloslozheniya remontnykh telok aberdin-angusskoi porody i pomesei s cherno-pestroi porodoi [Selection and genetic parameters of growth, development and body type of replacement heifers of the Aberdeen Angus breed and crosses with the Black and White breed]. *Dairy and Beef Cattle Breeding*. 2023; (3): 14-18. (In Russ).
10. Bischokov R.M., Sukhanova S.F. Prognozirovanie urozhnosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur metodami nechetkoi logiki [Forecasting crop yields using fuzzy logic methods]. *Vestnik Bashkir State Agrarian University*. 2023; (1-65): 119-125. (In Russ).
11. Kochish I.I. et al. Korrelyatsionnyi analiz morfologicheskoi adaptatsii zhitvnogo organizma k usloviyam sredi obitaniya [Correlation analysis of morphophysiological adaptation of an animal organism to environmental conditions]. *Zootechniya*. 2023; (5): 29-32. (In Russ).
12. Tarchokov T.T. et al. Khozyaistvenno-poleznye priznaki krasnogo stepnogo skota raznykh genotipov [Economically useful traits of red steppe cattle of different genotypes]. *Vestnik Kurganskoy GSHA*. 2023; (4-48): 43-49. (In Russ).
13. Alekseeva E.I. Primenenie korrelyatsionnogo analiza v povyshenii myasnoi produktivnosti krupnogo rogatogo skota [Application of correlation analysis in increasing meat productivity of cattle]. Materials of the international scientific and practical conference «Current state and prospects for the development of the agro-industrial complex». Lesnikovo: Kurganskaya GSKhA; 2016: 281-284. (In Russ).
14. Ovsyannikov A.I. *Osnovy opytnogo dela v zhivotnovodstve* [Basics of experimental business in animal husbandry]. M.: Kolos; 1976. (In Russ).
15. GOST 34120-2017 Krupnyi rogatyi skot dlya uboia. Govyadina i telyatina v tushakh, polutushakh i chetvertinakh. Tekhnicheskie usloviya [Cattle for slaughter. Beef and veal in carcasses, half-carcasses and quarters. Specifications]. M.: Standartinform; 2020. 20 p. (In Russ).
16. Smirnova M.F., Safronov S.L., Smirnova V.V. Prakticheskoe rukovodstvo po myasnomu skotovodstvu [A Practical Guide to Beef Cattle Farming]. Sankt-Peterburg: «Lan'»; 2016. 320 p. (In Russ).
17. GOST 33818-2016 Myaso. Govyadina vysokokachestvennaya. Tekhnicheskie usloviya [Meat. The beef is high quality. Specifications]. M.: Standartinform; 2019. 12 p. (In Russ).
18. GOST 24026-80 Issledovatel'skie ispytaniya. Planirovanie eksperimeta. Terminy i opredeleniya [Research trials. Experiment planning. Terms and Definitions]. M.: Gosudarstvennyi komitet SSSR po upravleniyu kachestvom produktsii i standartam; 1991. 19 p. (In Russ).
19. GOST R ISO 3534-1-2019 Natsional'nyi standart Rossiiskoi Federatsii. Statisticheskie metody. Slovar' i uslovnye oboznacheniya. Chast' 1. Obshchie statisticheskie terminy i terminy, ispol'zuemye v teorii veroyatnostei [National standard of the Russian Federation. Statistical methods. Vocabulary and conventions. Part 1. General statistical terms and terms used in probability theory]. M.: Standartinform; 2020. 66 p. (In Russ).
20. Bavrina A.P., Borisov I.B. Sovremennye pravila primeneniya korrelyatsionnogo analiza [Modern rules for applying correlation analysis]. *Meditsinskii al'manakh*. 2021; (3-68): 70-79. (In Russ).
21. Sukhanova S.F., Alekseeva E.I. Produktivnye kachestva myasnogo skota v usloviyakh Zaural'ya [Productive qualities of beef cattle in the Trans-Urals]. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2017; (10-156): 161-167. (In Russ).

#### Информация об авторах

Е.И. Алексеева – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; AuthorID 257461.

С.Ф. Суханова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; AuthorID 149859.

#### Information about the author

E.I. Alekseeva – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor; AuthorID 257461.

S.F. Sukhanova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor; AuthorID 149859.

Статья поступила в редакцию 15.01.2024; одобрена после рецензирования 01.03.2024; принята к публикации 19.03.2024.

The article was submitted 15.01.2024; approved after reviewing 01.03.2024; accepted for publication 19.03.2024.

Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 28–34  
Vestnik Kurganskoj GSNA. 2024; (1-49): 28–34

Научная статья  
УДК 636.598.082.4  
Код ВАК 4.2.4

EDN: QVJOGY

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛОТНОСТИ ПОСАДКИ ГУСЕЙ РОДИТЕЛЬСКОГО СТАДА

Ринат Равилович Гадиев<sup>1</sup>✉, Данис Дамирович Хазиев<sup>2</sup>, Альфия Равильевна Гайфуллина<sup>3</sup>  
<sup>1, 2, 3</sup> Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

<sup>1</sup> rgadiev@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-0727-312X>

<sup>2</sup> haziev\_danis@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4615-6428>

<sup>3</sup> alfiya.gayfullina.1993@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4770-8527>

**Аннотация.** В современном гусеводстве за последнее десятилетие произошло значительное увеличение продуктивных качеств птицы, что связано с изменениями биологических особенностей живого организма, а также технологических приемов повышения ее продуктивности. В связи с этим целью данных исследований послужило определение оптимальной плотности посадки гусей родительского стада с учетом их живой массы и генотипических свойств для улучшения продуктивных параметров птицы, а также обоснование финансовой целесообразности определения плотности посадки в разрезе типов пород, учитывая живую массу гусей. Для этого нами была разработана методика выявления оптимальной плотности содержания гусей согласно типизации трех пород: лёгкая (кубанская порода), средняя (белая венгерская порода), тяжелая (крупная серая порода), в соответствии с их живой массой и типом телосложения. Результаты исследований и предложенная методика были внедрены в условиях птицеводства ООО «Башкирская птица» Благоварского района Республики Башкортостан, а также используются в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Башкирский ГАУ», ФГБОУ ВО «Оренбургский ГАУ», ФГБОУ ВО «Чувашский ГАУ». В результате исследований установлено, что себестоимость производства одной головы суточного молодняка была равна от 86,8 до 103,5 рубля. Максимальное значение уровня рентабельности составило 40,43 % у крупной серой породы, что на 5,2 % больше по сравнению со стандартной плотностью посадки. У легкого типа гусей данного эксперимента (кубанская порода) рентабельность была равна 20,96 %, что на 2,1 % превосходило контроль. Уровень рентабельности при выращивании белой венгерской породы составил 35,83 %, что на 1,4 % больше, чем в группе с плотностью содержания птицы 1,5 гол/м<sup>2</sup>. Научно обоснованная плотность содержания гусей позволила сгруппировать птицу с учетом их живой массы, типа телосложения и породы, что способствовало выявлению новых технологических решений при выращивании гусей.

**Ключевые слова:** гуси, плотность посадки, живая масса, выход инкубационных яиц, вывод гусят, уровень рентабельности.

**Для цитирования:** Гадиев Р.Р., Хазиев Д.Д., Гайфуллина А.Р. Оптимизация плотности посадки гусей родительского стада // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 28–34. EDN: QVJOGY.

### Scientific article

## OPTIMIZATION OF STOCKING DENSITY OF THE PARENT FLOCK GEESE

Rinat R. Gadiev<sup>1</sup>✉, Danis D. Khaziev<sup>2</sup>, Alfiya R. Gayfullina<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

<sup>1</sup> rgadiev@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-0727-312X>

<sup>2</sup> haziev\_danis@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4615-6428>

<sup>3</sup> alfiya.gayfullina.1993@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4770-8527>

**Abstract.** In modern goose breeding over the past decade, there has been a significant increase in the productive qualities of poultry, which relates to changes in the biological characteristics of the body, as well as in technological methods to increase poultry productivity. In this regard, the purpose of these studies was to determine the optimal stocking density of the parent flock geese, taking into account their live weight and genotypic properties to improve the productive parameters of geese, as well as to substantiate the financial feasibility of determining the stocking density by breed types, taking into account the live weight of geese. To do this, we have developed a technique for identifying the optimal density of geese according to the typification of three breeds: light (Kuban breed), medium (white Hungarian breed), heavy (large gray breed), in accordance with their live weight and body type. The results of the research and the proposed methodology were implemented in the conditions of ООО Bashkirkaya Ptitsa poultry farming (LLC) in the Blagovarskii district of the Republic of Bashkortostan, and they are also used in the educational process in the Bashkir SAU [State Agrarian University], Orenburg SAU, Chuvash SAU. As a result of the research, it was found that the cost of production of a one day old gosling was from 86.8 to 103.5 rubles. The maximum value of the profitability level was 40.43% for a large gray breed, which is 5.2 % more than the standard density. In the light type of geese of this experiment (the Kuban breed of geese), the profitability was 20.96%, which was 2.1 % higher than the control. The profitability level in the cultivation of the white Hungarian breed was 35.83 %, which is 1.4 % more than in the group with a stocking density of 1.5 head/m<sup>2</sup>. The scientifically based density of geese allowed the bird to be grouped taking into account their live weight, body type and breed, which contributed to the identification of new technological solutions for growing geese.

**Keywords:** geese, stocking density, live weight, hatchable eggs yield, gosling hatching, profitability level.

**For citation:** Gadiev R.R., Khaziev D.D., Gayfullina A.R. Optimization of stocking density of the parent flock geese. Vestnik Kurganskoy GSHA. 2024; (1-49): 28–34. EDN: QVJOGY. (In Russ).

**Введение.** Современное производство гусеводческой продукции направлено на расширение ассортимента мяса птицы в целях решения вопросов продовольственной безопасности Российской Федерации, в том числе и Республики Башкортостан [1; 2]. В последние годы рост валового производства мяса птицы стал возможен благодаря всестороннему развитию гусеводства. Данный сегмент агропромышленного комплекса является источником полноценного белка в питании населения [3]. В целях развития промышленного производства мяса птицы необходима организация его производства с высоким уровнем оплаты корма продукцией. Мясо гусей является ценным продуктом питания не только благодаря его высоким вкусовым качествам, а также за счет наличия полезных веществ, необходимых для полноценного жизнеобеспечения человека.

Низкий уровень падежа и выбраковки птицы является гарантией плодотворного производства мяса гусей для стабильного обеспечения населения Российской Федерации качественной продукцией [4].

Для увеличения темпов производства продукции гусеводства используются различные технологические приемы. Гуси обладают исключительными особенностями для промышленного разведения: потребляют недорогие, богатые клетчаткой трудноперевариваемыми корма и дают максимальную продуктивность [5].

Но основная задача в гусеводстве, как и в других отраслях агропромышленного комплекса [6–8], остается неизменной – снижение себестоимости продукции, высокий процент рентабельности производства при минимальном расходе кормовых и трудовых затрат [9–11].

Для равномерного в течение года промышленного производства мяса гусей необходимо учесть несколько критериев, а именно выполнение технологических параметров выращивания гусят, выдерживание нормативов безотходного предприятия, что ведет к регулированию процессов производства [12–14].

Если говорить о стабильном производстве мяса, то изучаемые нами породы гусей сохраняют высокий уровень воспроизводства раннепелогого молодняка гусей родительского стада [15].

Использование всей мощи генетической возможности гусей позволяет довести до максимума производственные силы при помощи рационального кормления, селекции, технологических приемов, в частности в области содержания птицы – рациональной плотности посадки гусей [16].

При этом выявлена взаимосвязь плотности посадки и экономическая целесообразность производства в разрезе трех пород, которые были подобраны в зависимости от типа телосложения и живой массы. Данные породы получили широкое распространение на всей территории Российской Федерации, что является актуальным и имеет практическую составляющую в рассматриваемом исследовании [17].

**Материалы и методы.** Исследовательскую часть эксперимента проводили в условиях ООО «Башкирская птица» Благоварского района Республики Башкортостан на гусях трех типов телосложения: легкого (кубанская порода) – опытная-1а группа (с плотностью посадки 1,2 гол/м<sup>2</sup>), опытная-1б (1,8 гол/м<sup>2</sup>), контрольная-1 (1,5 гол/м<sup>2</sup>); тяжелая (крупная серая порода) – опытная-2а (0,9 гол/м<sup>2</sup>), опытная-2б (1,2 гол/м<sup>2</sup>), контрольная-2 (1,5 гол/м<sup>2</sup>); средняя (белая венгерская порода) – опытная-3а (1,0 гол/м<sup>2</sup>), опытная-3б (1,3 гол/м<sup>2</sup>), контрольная-3 (1,5 гол/м<sup>2</sup>). В каждой группе было по 48 голов гусей, на 1 гусака (1, 2, 3 года использования) приходилось по 3 гусыни (1, 2, года использования).

Во всех подопытных группах птицы условия содержания и кормления были едины.

В ходе эксперимента ежедневно учитывали падеж птицы. Сохранность поголовья вычисляли в процентах от начального поголовья по периодам содержания.

Для учета живой массы проводили индивидуальное взвешивание птицы. Учет вели в начале и конце продуктивного периода использования гусей родительского стада.

Расчет яйценоскости вели на среднюю несущую путем деления суммы яиц, полученных за цикл исследования, на среднее поголовье гусей этого периода.

Выход инкубационных яиц учитывали на протяжении 5 дней в последних числах каждого месяца и рассчитывали путем деления количества инкубационных яиц на общее число полученных яиц за учетный период.

Для определения оплодотворенности яиц (%) делили число оплодотворенных яиц на сумму яиц, заложенных на инкубацию.

При расчете выводимости яиц делили общее число выведенного жизнеспособного молодняка на количество оплодотворенных яиц, помещенных в инкубатор.

Вывод гусят оценивали делением выведенного кондиционного количества гусят на общее число яиц, заложенных в инкубатор.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Сохранность птицы зависит от множества факторов и причин и обуславливает результативность производства гусеводческой продукции.

В результате проведенного нами эксперимента был выявлен максимальный уровень сохранности поголовья, что говорит о большом потенциале разведения данного вида птицы. Выбраковка или падёж птицы – это центральные факторы исключения птицы из стада.

У гусей среднего типа установлено наибольшее значение сохранности – 96–97 %, превосходящий значения других групп на 0,8–5,3 %.

Не только породные особенности птицы, но и плотность ее содержания сыграла определенную роль в изменение сохранности в период проведения эксперимента.

У кубанской породы наивысшее значение сохранности составило 95,3 % в опытной-2а группе, что превышало на 0,3 % контроль и опытную-1а группу. Данное значение сохранности у породы легкого типа объясняется низкими весовыми значениями самой птицы, что определяется породной принадлежностью, а также более комфортным содержанием птицы в птичниках благодаря разработанной плотности содержания гусей.

У гусей крупной серой породы в опытной-2а группе (0,9 гол./м<sup>2</sup>) наблюдалась минимальная выбраковка и смертность птицы. Рассматриваемый показатель находился на уровне 93 %, что выше

по сравнению с опытной группой и контролем на 0,7 и 1,3 % соответственно.

Породная принадлежность и плотность содержания исследуемой птицы оказали влияние не только на сохранность поголовья, но и на живую массу гусынь (рисунок 1).

Изучение сохранности показало, что прослеживается снижение массы гусынь, хотя исследуемый показатель соответствует нормативам подобранных пород для исследования.

Также была выявлена взаимосвязь плотности посадки и яичной продуктивности птицы в исследуемых группах (рисунок 2).

Рассматривая данный параметр, следует учесть, что гуси среднего типа занимали срединное положение в сравнении с другими породами. При этом максимальная продуктивность прослеживалась при плотности содержания 1,3 гол./м<sup>2</sup> и равнялась 42,12 шт. яиц, что на 0,5 % превосходило контроль.

Помимо яйценоскости птицы, нами были проанализированы также и инкубационные качества яиц, а именно выход инкубационных яиц (рисунок 3), оплодотворенность (рисунок 4), выводимость (рисунок 5) и вывод гусят (рисунок 6).

Наиболее значительные данные по оплодотворенности яиц наблюдались у легкого типа породы гусей (кубанская) и составили – 91,2–91,6 %. Плотность содержания птицы из расчета 1,3 гол./м<sup>2</sup> была оптимальна для белой венгерской породы гусей, судя по выходу инкубационных яиц (рисунок 3).

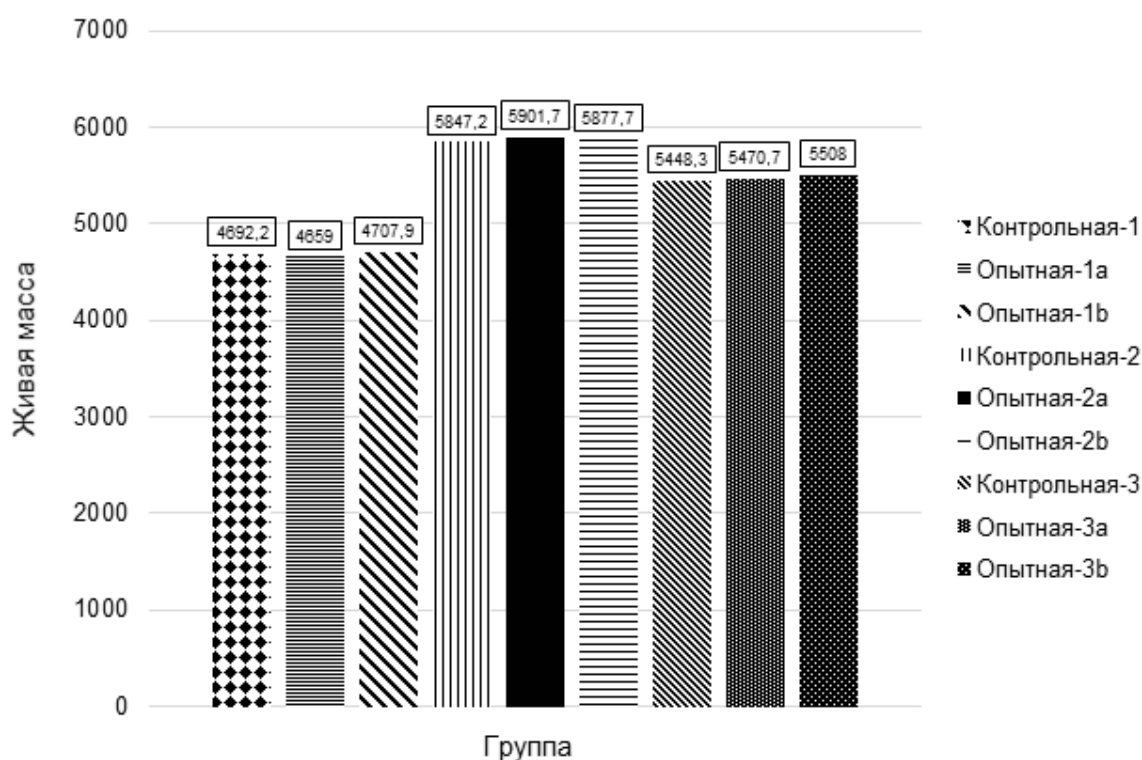


Рисунок 1 – Живая масса гусынь в продуктивный период, г



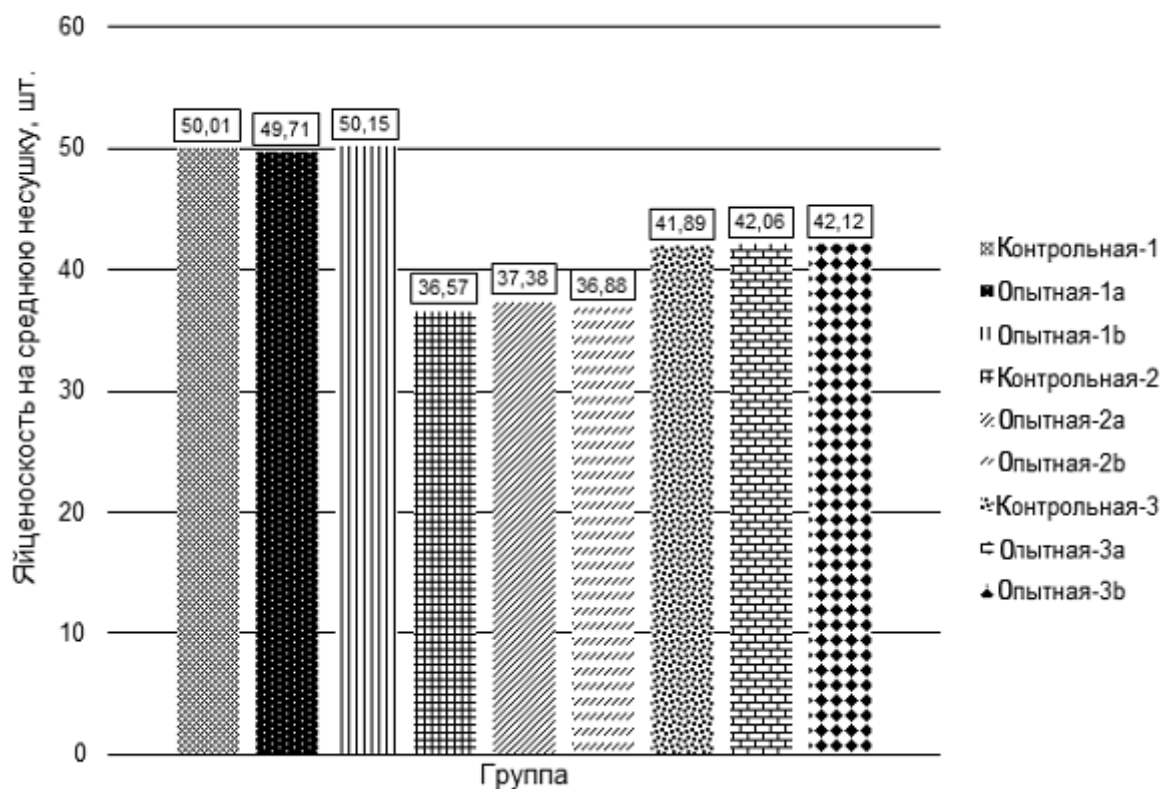


Рисунок 2 – Яйценоскость на среднюю несушку, шт.

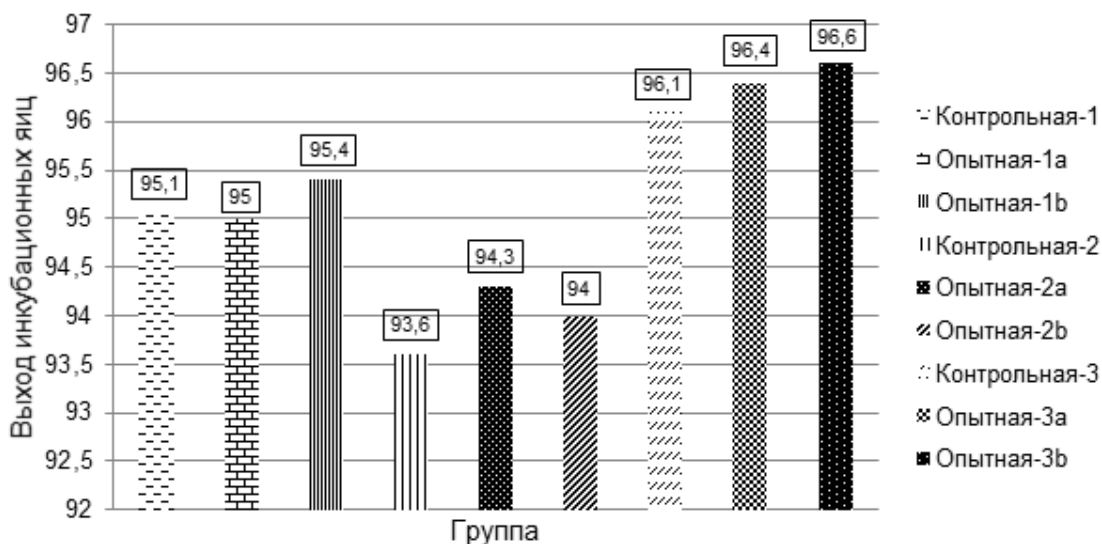


Рисунок 3 – Выход инкубационных яиц, %

Анализируя данные рисунка 3, можно увидеть, что максимальный выход инкубационных яиц у среднего типа гусей находился в пределах 96,1–96,6 %, что превосходило легкую породу на 0,7–1,6 %, а тяжелую – на 1,8–3,0 % соответственно.

На рисунке 4 представлены данные оплодотворенности яиц подопытных гусей.

По данным рисунка 4 видно, что лучшие результаты получены при содержании гусей среднего типа – 1,3 гол./м<sup>2</sup> и составили 87,77 %, что превосходит стандарт и опытную группу на 0,3 и 0,1 %, соответственно.

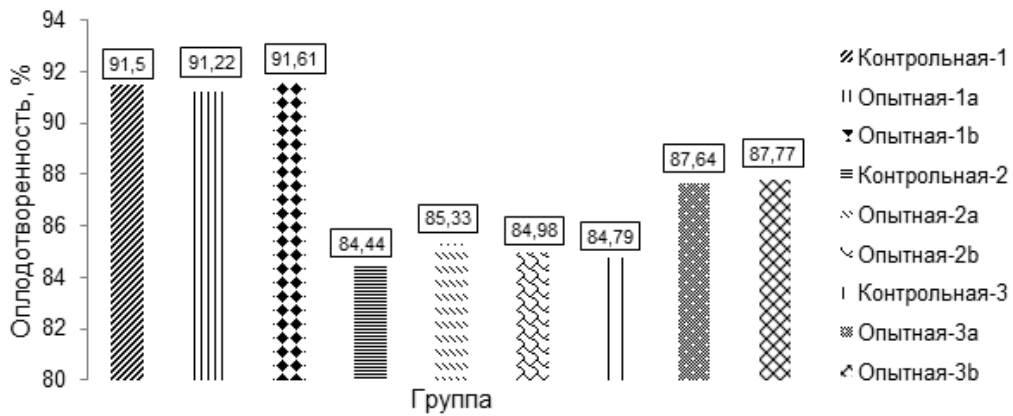


Рисунок 4 – Оплодотворенность яиц, %

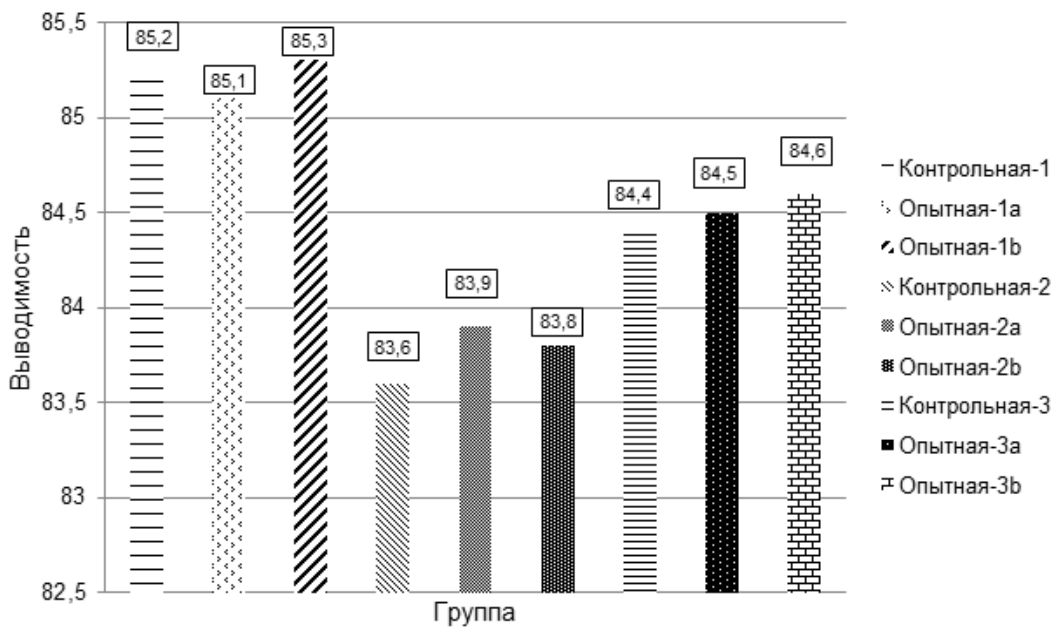


Рисунок 5 – Выводимость, %

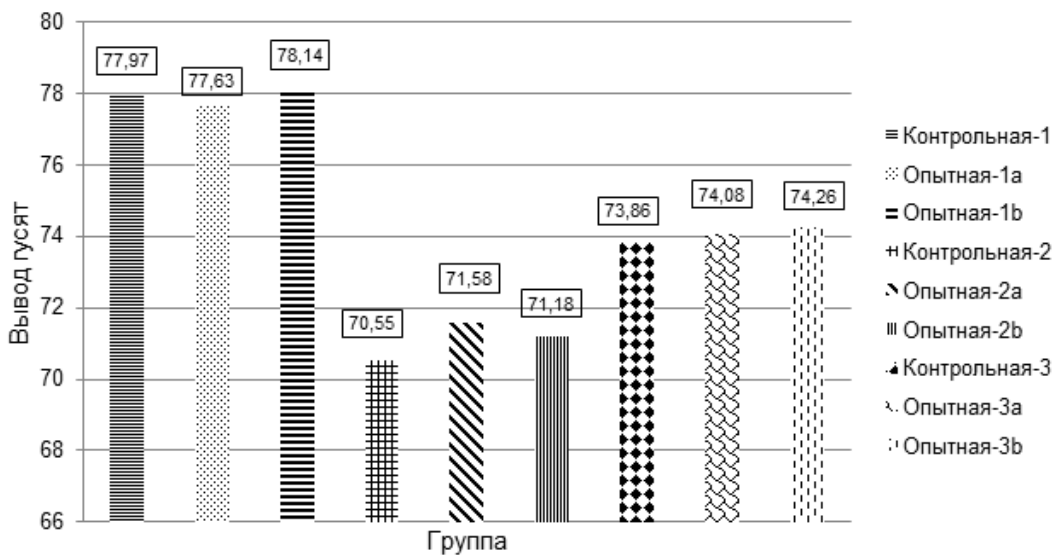


Рисунок 6 – Вывод гусят, %

На рисунках 5 и 6 представлены данные по выводимости и выводу гусей подопытных групп.

Определенное влияние на процентные значения выводимости и вывода гусят оказала плотность содержания гусей родительского стада. Исходя из этого, вершина значений по типам гусей получилась следующая:

- 1 лёгкий тип – 78,14 %;
- 2 средний тип – 74,26 %;
- 3 тяжелый тип – 71,58 %.

С учетом полученных результатов продуктивности птицы при различных плотностях посадки гусей родительского стада нами была рассчитана экономическая составляющая исследований. В итоге было установлено, что себестоимость производства одной головы суточного молодняка была равна от 86,8 до 103,5 рубля. При этом уровень рентабельности у исследуемых пород был различный. Максимальное значение данного параметра составило 40,43 % у крупной серой породы, что на 5,2 % больше по сравнению со стандартной плотностью посадки. У легкого типа гусей данного эксперимента (кубанская порода гусей) рентабельность была равна 20,96 %, что на 2,1 % превосходило контроль. Уровень рентабельности при выращивании белой венгерской породы составил 35,83 %, что на 1,4 % больше, чем в группе с плотностью содержания птицы 1,5 гол./м<sup>2</sup>.

**Заключение.** В результате проведенных исследований установлено, что плотность посадки при содержании птицы оказала влияние на продуктивность гусей различных пород, а также на экономическую эффективность. Было установлено, что наибольшая рентабельность производства была достигнута при плотности посадки 1,8 гол./м<sup>2</sup> для кубанской породы, 1,3 гол./м<sup>2</sup> – для белой венгерской породы, 0,9 гол./м<sup>2</sup> – для крупной серой породы.

#### Список источников

1. Никитченко Д.В., Никитченко В.Е., Андрианова Д.В. Мясная продуктивность цыплят-бройлеров при включении в их рацион пробиотика СУБ-ПРО // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 1 (53). С. 198-206.
2. Мальцев А., Дымков А., Свиридонов И. Крупный бройлер – возможный сегмент рынка мяса птицы // Птицеводство. 2011. № 10. С. 2-6.
3. Использование биополимера «Хитозан» в рационах кормления цыплят-бройлеров / А.А. Бахарев [и др.] // Вестник Курганской ГСХА. 2023. № 4 (48). С. 30-36.
4. Юрина Н.А., Данилова А.А., Овсепьян В.А. Опыт совместного применения сорбентов и пробиотиков при выращивании сельскохозяйственной птицы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2 (54). С. 228-233.

5. The Influence of Geese Age on Their Productive and Reproductive Qualities / D. Khaziev [et al.] // American Journal of Animal and Veterinary Sciences. 2022. Vol. 17. No. 1. P. 89-96.

6. Effect of Probiotic Preparations on the Intestinal Microbiome / A.V. Andreeva [et al.] // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. Vol. 13. P. 6467-6472.

7. Carcass Quality and Yield Attributes of Bull Calves Fed on Fodder Concentrate «Zolotoi Felutsen» / K. Tagirov [et al.] // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. Vol. 13 (S8). P. 6597-6603.

8. Суханова С.Ф., Ярославцев Ф.В., Шевелева О.М. Продуктивные показатели молодняка гусей, потреблявших Витафлор // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 2. С. 65-70. DOI: 10.53859/02352451\_2022\_36\_2\_65. EDN: CWYTIN.

9. Суханова С.Ф., Ярославцев Ф.В. Мясная продуктивность и качество мяса молодняка гусей, потреблявшего пробиотическую кормовую добавку // Птицеводство. 2022. № 3. С. 30-34.

10. Effects of broiler breeder strain, age, and eggs preheating profile in single-stage systems on the hatchability of eggs and quality of chicks / K. Damaziak [et al.] // Animal. 2021. Vol. 15 (1). P. 100057.

11. Effects of dietary resistant potato starch inclusion and stocking density on growth performance, feather condition, and skin inflammatory cytokine gene expression in Pekin ducks / Huimin Xu. [et al.] // Animal Feed Science and Technology. 2020. Vol. 269. P. 607-614.

12. Sukhanova S.F., Kurskaya Y.A., Bischokov R.M., Temiraev R.B. Exchange processes in the organism of goslings of different ages feeding with selenium-containing fodder supplement // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. P. 012096. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012096. EDN: SFGNGO.

13. Гадиев Р.Р., Галина Ч.Р. Продуктивные и воспроизводительные качества гусей белой венгерской, кубанской пород и помесей // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6 (38). С. 138-140.

14. Суханова С.Ф., Гришин Е.А. Химический состав и пищевая ценность мышечной ткани молодняка гусей, потреблявших кормовую добавку ВитАмМин // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 3. С. 52-56. DOI: 10.24411/02352451-2021-10309. EDN: RMFWUK.

15. Фаррахов А.Р., Гадиев Р.Р., Галина Ч.Р. Инновационные методы в гусеводстве // Птицеводство. 2015. № 2. С. 14-19.

16. Гадиев Р.Р., Галина Ч.Р. Межпородное скрещивание в гусеводстве // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2013. № 1 (30). С. 49-53.

17. Фаррахов А., Гадиев Р., Гарифуллин Р. Продуктивность гусей различных пород и помесей // Птицеводство. 2006. № 8. С. 2.

## References

1. Nikitchenko D.V., Nikitchenko V.E., Andrianova D.V. Myasnaya produktivnost' tsyplyat-broilero-ov pri vkluchenii v ikh ratsion probiotika SUB-PRO [Meat productivity of broiler chickens when the probiotic SUB-PRO is included in their diet]. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2021; (1-53): 198-206. (In Russ).
2. Maltsev A., Dymkov A., Sviridonov I. Krupnyi broiler – vozmozhnyi segment rynka myasa ptitsy [Large broiler – a possible segment of the poultry market]. *Ptitsevodstvo*. 2011; (10): 2-6. (In Russ).
3. Bakharev A.A. et al. Ispol'zovanie biopolimera «Khitozan» v ratsionakh kormleniya tsyplyat-broilero-ov [Application of the biopolymer 'Chitosan' in the broiler chicken diets]. *Vestnik Kurganskoj GSXA*. 2023; (4-48): 30-36. EDN: SQTWZU. (In Russ).
4. Yurina N.A., Danilova A.A., Ovsepyan V.A. Opyt sovmestnogo primeneniya sorbentov i probiotikov pri vyrashchivanii sel'skokhozyaystvennoi ptitsy [Experience of combined use of sorbents and probiotics when growing poultry]. *Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy*. 2021; (2-54): 228-233. (In Russ).
5. Khaziev D. et al. The Influence of Geese Age on Their Productive and Reproductive Qualities. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*. 2022; (17-1): 89-96.
6. Andreeva A.V. et al. Effect of Probiotic Preparations on the Intestinal Microbiome. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2018; (13): 6467-6472.
7. Tagirov K. et al. Carcass Quality and Yield Attributes of Bull Calves Fed on Fodder Concentrate «Zolotoi Felutsen». *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2018; (13-S8): 6597-6603.
8. Sukhanova S.F., Yaroslavtsev F.V., Sheveleva O.M. Produktivnye pokazateli molodnyaka gusei, potrebyavshikh Vitaflor [Productive indicators of young geese consuming Vitaflor]. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2022; (36-2): 65-70. DOI: 10.53859/02352451\_2022\_36\_2\_65. EDN: CWYTIN. (In Russ).
9. Sukhanova S.F., Yaroslavtsev F.V. Myasnaya produktivnost' i kachestvo myasa molodnyaka gusei, potrebyavshego probioticheskuyu kormovuyu dobavku [Meat productivity and quality of meat of young geese consuming a probiotic feed additive]. *Ptitsevodstvo*. 2022; (3): 30-34. (In Russ).
10. Damaziak K. et al. Effects of broiler breeder strain, age, and eggs preheating profile in single-stage systems on the hatchability of eggs and quality of chicks. *Animal*. 2021; (15-1): 100057.
11. Huimin Xu. et al. Effects of dietary resistant potato starch inclusion and stocking density on growth performance, feather condition, and skin inflammatory cytokine gene expression in Pekin ducks. *Animal Feed Science and Technology*. 2020; (269): 607-614.
12. Sukhanova S.F., Kurskaya Y.A., Bischokov R.M., Temiraev R.B. Exchange processes in the organism of goslings of different ages feeding with selenium-containing fodder supplement. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021: 012096. DOI: 10.1088/1755-1315/624/1/012096. EDN: SFGNGO.
13. Gadiev R.R., Galina Ch.R. Produktivnye i vosproizvoditel'nye kachestva gusei beloi vengerskoi, kubanskoi porod i pomesei [Productive and reproductive qualities of white Hungarian, Kuban and crossbred geese]. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2012; (6-38): 138-140. (In Russ).
14. Sukhanova S.F., Grishin E.A. Khimicheskii sostav i pishchevaya tsennost' myshechnoi tkani molodnyaka gusei, potrebyavshikh kormovuyu dobavku VitAmMin [Chemical composition and nutritional value of muscle tissue of young geese that consumed the VitAmMin feed additive]. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2021; (35-3): 52-56. DOI: 10.24411/02352451-2021-10309. EDN: RMF-WUK. (In Russ).
15. Farrakhov A.R., Gadiev R.R., Galina C.R. Innovatsionnye metody v gusevodstve [Innovative methods in goose farming]. *Ptitsevodstvo*. 2015; (2): 14-19. (In Russ).
16. Gadiev R.R., Galina Ch.R. Mezhpородное skreshchivanie v gusevodstve [Interbreeding in goose breeding]. *Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii im. V.R. Filippova*. 2013; (1-30): 49-53. (In Russ).
17. Farrakhov A., Gadiev R., Garifullin R. Produktivnost' gusei razlichnykh porod i pomesei [Productivity of geese of various breeds and crossbreeds]. *Ptitsevodstvo*. 2006; (8): 2. (In Russ).

## Информация об авторах

P.P. Гадиев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; AuthorID 158815.

Д.Д. Хазиев – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; AuthorID 463758.

А.Р. Гайфуллина – ассистент; AuthorID 976030.

## Information about the author

R.R. Gadiev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor; AuthorID 158815.

D.D. Khaziev – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor; AuthorID 463758.

A.R. Gaifullina – assistant; AuthorID 976030.

Статья поступила в редакцию 09.01.2024; одобрена после рецензирования 21.02.2024; принята к публикации 19.03.2024.

The article was submitted 09.01.2024; approved after reviewing 21.02.2024; accepted for publication 19.03.2024.

Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 35–40  
Vestnik Kurganskoj GSNA. 2024; (1-49): 35–40

### Научная статья

УДК 636.32/38.082

Код ВАК 4.2.5

EDN: RJAKKY

## ШЕРСТНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ МЕРИНОСОВЫХ ОВЕЦ УЛУЧШЕННЫХ ГЕНОТИПОВ

Юрий Анатольевич Колосов<sup>1✉</sup>, Василий Васильевич Абонеев<sup>2</sup>,  
Александр Черменович Гаглов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Донской государственный аграрный университет, Персиановский, Россия

<sup>2</sup> Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии, Краснодар, Россия

<sup>3</sup> Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия

<sup>1</sup> kolosov-dgau@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-6826-8009>

<sup>2</sup> aboneev49@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1946-1822>

<sup>3</sup> adik.gagloev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7594-0997>

**Аннотация.** Цель исследования – сравнительная оценка шерстной продуктивности генетических ресурсов пород сальской (далее – СА), джалгинский (далее – ДМ) и российский мясной меринос (далее – РММ). Оценку провели путем сравнения настригов физического и мытого волокна шерсти, выхода чистой шерсти, а также основных технологических качеств шерсти – длины, диаметра поперечного сечения (тонины) и её уравниности, у овцематок и их потомства. Метод сопоставления продуктивности потомства, полученного в результате наследования качеств овцематок сальской породы и баранов-производителей пород сальская, джалгинский и российский мясной меринос базировался на влиянии отцовского и материнского организмов на наследственный потенциал потомков. Установлено, что ярки-потомки от скрещивания СА+ДМ по настригу в чистом волокне имели превосходство над контролем (СА) 10 %. Ярки 3 (СА+РММ) группы имели самый высокий выход чистой шерсти – 58 %, но уступали группе контрольных животных (СА) почти на 3 %. Наиболее тонкой шерсть, как на боку, так и на ляжке, была во второй группе (СА+ДМ). По отношению к первой группе (СА) эта разница составила 2,4 %, а по отношению к третьей группе – 6,5 %. Наиболее длинной шерсть оказалась у ярок третьей группы, отцы которых имели шерсть реже, грубее и длиннее, чем их ровесники из первой и второй групп. Разница между ярками третьей и первой групп составила 0,6 см, или 5,5 %. В результате скрещивания исходных пород помесные животные проявили промежуточный характер наследования показателей шерстной продуктивности. Помеси сальской породы с джалгинскими мериносами имели более высокие настриги более тонкой шерсти. Помеси сальской породы с российским мясным мериносом имели ниже настриг шерсти с большим диаметром поперечного сечения шерстинок, но обладали высоким выходом чистой шерсти.

**Ключевые слова:** наследование, шерстная продуктивность, сальская порода, джалгинский меринос, российский мясной меринос.

**Для цитирования:** Колосов Ю.А., Абонеев В.В., Гаглов А.Ч. Шерстная продуктивность мериносовых овец улучшенных генотипов // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 35–40. EDN: RJAKKY.

### Scientific article

## WOOL PRODUCTIVITY OF MERINO SHEEP OF IMPROVED GENOTYPES

Yuri A. Kolosov<sup>1✉</sup>, Vasily V. Aboneev<sup>2</sup>, Alexander Ch. Gaglov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Don State Agrarian University, Persianovsky, Russia

<sup>2</sup> Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russia

<sup>3</sup> Michurinsky State Agrarian University, Michurinsk, Russia

<sup>1</sup> kolosov-dgau@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-6826-8009>

<sup>2</sup> aboneev49@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1946-1822>

<sup>3</sup> adik.gagloev@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7594-0997>

**Abstract.** The purpose of the study is a comparative assessment of the wool productivity of the genetic resources of the Salskaya (hereinafter – SA), Dzhalginskii (hereinafter – DM) and Russian meat merino (hereinafter – RMM) breeds. The assessment was carried out by comparing the wool production of washed wool fibers, the yield of pure wool, as well as the main technological qualities of wool – length, cross-sectional diameter (degree of fineness) and its evenness, in ewes and their offsprings. The method of comparing the productivity of the offsprings obtained as a result of inheritance of the sheep qualities of the Salskaya breed and siring rams of the Salskaya, Dzhalginskii and Russian meat merino breeds was based on the influence of paternal and maternal organisms on the hereditary potential of their descendants. It was found that young ewe descendants from the CA+DM crossing by wool production in pure fiber had an advantage over the control (CA) of 10 %. The young ewe (CA+RMM) of group 3 had the highest yield of pure wool – 58 % but were inferior to the group of control animals (CA) by almost 3 %. The finest wool fibre, both on the side and on the thigh, was in the second group (CA+DM). In relation to the first group (CA), this difference was 2.4 %, and in relation to the 3rd group – 6.5 %. The longest wool turned out to be in the young ewe of group 3, whose fathers had wool thinner, rougher and

longer than their peers from the first and second groups. The difference between the young ewe of group 3 and 1 was 0.6 cm, or 5.5 %. As a result of the crossing of the original breeds, the crossbred animals showed an intermediate character of inheritance of wool productivity indicators. The crossbreeds of the Salskaya breed with the Dzhalginskii merinos had higher wool production of thinner wool. The crossbreeds of the Salskaya breed with the Russian meat merino had a lower cut of wool with a large cross-sectional diameter of the fibres but had a high yield of pure wool.

**Keywords:** inheritance, wool productivity, Salskaya breed, Dzhalginskii merino, Russian meat merino.

**For citation:** Kolosov Yu.A., Aboneev V.V., Gagloev A.Ch. Wool productivity of merino sheep of improved genotypes. Vestnik Kurganskoy GSNA. 2024; (1–49): 35–40. EDN: RJAKKY. (In Russ).

**Введение.** Экономическое состояние отрасли овцеводство как элемента аграрного бизнеса предъявляет новые требования к продуктивности овец. Большую долю прибыли от разведения овец приносит производимая мясная продукция [1–3]. Однако шерсть как продукция, получаемая от мериносовых овец, продолжает оставаться статьёй доходов для получения прибыли от овцеводства и играет важную роль в обеспечении населения нашей страны высококачественными изделиями из натуральной шерсти [4–6]. О значимости данного вида сырья можно судить по реакции на снижение поголовья и объёмов продукции отрасли со стороны законодательной власти нашего государства, выразившейся в ряде последних заседаний представителей Федерального Собрания и Правительства РФ, посвященных проблеме рационального использования овечьей шерсти. Правительством РФ были приняты различные документы, направленные на поддержку и стимулирование производства и переработки овечьей шерсти отечественного происхождения. Соответственно, шерсть, получаемая от овец, нуждается в постоянном контроле качества и её совершенствовании. Внутрипородная селекция овец при чистопородном разведении даёт определённый эффект, однако, по многочисленным публикациям отечественных и иностранных ученых, прилитие крови родственных пород значительно ускоряет процесс совершенствования продуктивных качеств животных [7–9]. Вопросы наследования основных компонентов шерстной продуктивности в этом контексте представляют значительный научный и практический интерес [10–12]. Поэтому для товарного овцеводства этот приём имеет безусловный приоритет. Проблема совершенствования популяции овец сальской породы посредством создания синтетических линий через привлечение генетических ресурсов других пород стала предметом наших исследований, а также других ученых [13–15]. Подобные приёмы основаны на законах классической генетики и имеют широкое распространение в животноводстве [16–18]. В связи с этим считаем, что рассматриваемая тематика достаточно актуальна, имеет новизну и практическую значимость.

Цель исследования – сравнительная оценка наследования основных параметров шерстной продуктивности при создании новых линий овец сальской породы. Для её достижения были подвергнуты оценке настриг шерсти овцематок и их

потомков ярк-годовиков, а также длина штапеля на боку и тонина шерсти на боку и на ляжке этих животных.

**Материалы и методы.** Для проведения эксперимента было отобрано 90 голов овцематок сальской породы первого класса в возрасте 30 месяцев. Их разделили на три равноценные группы. Для искусственного осеменения использовали баранов-производителей собственной селекции и приобретённых для этой цели животных в племенном заводе «Вторая Пятилетка» Ставропольского края. Овцематок первой группы осеменили в 2020 году спермой баранов собственной селекции, второй группы – семенем баранов породы джалгинский меринос, третьей группы – российский мясной меринос. В 2021 году были получены ярки-потомки, которых выращивали по традиционной для Ростовской области технологии. В 2022 г. в 14-месячном возрасте они были подвергнуты бонитировке согласно «Порядку и условиям проведения бонитировки племенных овец тонкорунных пород», введённых согласно приказу Минсельхоза России от 21 декабря 2021 года. В ходе бонитировки была проведена оценка длины шерсти на боку посредством миллиметровой линейки с точностью до 0,5 см. Оценка тонины шерстных волокон с точностью до 1 мкм была проведена по ГОСТ 30702-2000. Стрижка овец была проведена в 14,5-месячном возрасте. В ходе стрижки была оценена шерстная продуктивность подопытного поголовья. Настриг невымытой шерсти учитывался индивидуально путем взвешивания с точностью до 0,1 кг. Выход мытого волокна определяли по методике ВНИИОК (1991). Для каждого животного рассчитывался настриг шерсти в чистом (мытом) волокне по формуле:

$$\text{НМШ} = (\text{ФНШ} \times \text{ВМШ}) : 100,$$

где НМШ – настриг мытой шерсти, кг;

ФНШ – физический настриг шерсти, кг;

ВМШ – выход мытой шерсти, %.

Цифровые материалы были обработаны математически согласно рекомендациям, предлагаемым для повышения надёжности оценки достоверности экспериментальных исследований в животноводстве (Н.А. Плохинский, 1969, Е.К. Меркурьева, 1970 и др.) [21–22].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Основным критерием для оценки шерстной продуктивности овец является настриг шерсти. Как селекционный признак, он подразделяется на две категории: физический настриг шерсти

и настриг мытой (чистой) шерсти, определяемый через показатель выхода чистой шерсти. Последний показатель оценивали в лабораторных условиях по результатам промывки отобранных образцов [16]. Для оценки наследуемости и селекционного отбора животных, максимально приближающихся по своим параметрам к целевой функции отбора, мы провели индивидуальный учет настрига у молодняка подопытных групп и сопоставили, как изменялись показатели настрига и выхода чистой шерсти у ярок по сравнению с их матерями (таблица 1).

Группы овцематок имели исходные параметры настрига шерсти в среднем одинакового уровня: 6,3-6,5 кг. Также они отражали средние значения по группам настриг в мытом волокне и выход чистой шерсти. Поэтому сравнили между собой значения этих параметров у потомства. Установлено, что у потомства, полученного от баранов-производителей джалгинского мериноса, физический настриг шерсти был выше, чем у чистопородных потомков сальской породы почти на 7 % ( $P > 0,95$ ), а потомки от баранов-производителей российского мясного мериноса уступали чистопородным яркам первой группы более, чем на 7 %. У потомков первой группы абсолютный показатель выхода чистой шерсти был больше на 2 % ( $P > 0,95$ ). В результате превосходство потомков джалгинского мериноса по настригу в чистом волокне над контролем было ещё больше – 10 % ( $P > 0,99$ ). Яркие третьей группы имели самый высокий выход чистой шерсти – 58 %. Однако по настригу чистой шерсти они уступали группе контрольных животных 3 %. Разница между этими группами была не достоверной ( $P < 0,90$ ). В результате данных исследований установлено, что комбинация наследственных качеств сальской породы и породы джалгинский меринос дала положительный результат в потомстве на повышение шерстной продуктивности, а использование для скрещивания с сальскими овцематками баранов российского мясного мериноса (РММ) повлекло снижение настригов на фоне повышения выхода чистой шерсти. Приведенные факты интерпретируются нами таким образом, что при создании линии сальской породы с более высоким уровнем шерстной продуктивности це-

лесообразно использовать потомков, полученных от комбинации скрещивания СА+ДМ. При создании синтетической линии овец с улучшенными мясными качествами при использовании потенциала РММ следует ожидать снижения уровня шерстной продуктивности на фоне повышения показателя выхода чистой шерсти.

Приведенный выше анализ полученных данных по влиянию объединения наследственных задатков сальской породы джалгинской и российский мясной меринос на шерстную продуктивность не может считаться полным без рассмотрения основных факторов, влияющих на уровень шерстной продуктивности овец. Среди основных критериев стоимости шерсти, прежде всего, помимо настрига, выделяют её тонину и длину. Поэтому в дальнейшем исследовании интерес представляла оценка влияния племенных качеств при скрещивании пород на эти показатели продуктивности овец (таблицы 2, 3).

В ходе эксперимента была подтверждена закономерность о том, что на боку шерсть несколько тоньше, чем на ляжке. Эти различия в равном соотношении были отмечены во всех группах. Что касается сравнительного анализа между группами, то наиболее тонкой как на боку, так и на ляжке шерсть была во второй группе. По отношению к первой группе эта разница составила 2,4 % ( $P < 0,95$ ), а по отношению к третьей группе – 6,5 % ( $P > 0,95$ ). Интерес представляла также оценка уравниваемости шерсти по руну, которая определяется у овец по разнице тонины на боку и ляжке как топографических участках руна. Как известно, к высокоуровневой, а следовательно, и наиболее качественной относится шерсть, если её разница по тонине на боку и ляжке не превышает 2 мкм. В результате оценки было установлено, что во всех подопытных группах разница в тонине шерсти на боку и ляжке у молодняка была больше, чем у взрослых особей. Однако эти различия были незначительными и вся шерсть по этому признаку была отнесена к высокоуровневой. Тем не менее отмечен достоверный уровень превосходства по тонине (более тонкая шерсть) у ярок второй группы по отношению к сверстницам из третьей группы. Разница тонины шерсти по боку и по ляж-

Таблица 1 – Основные показатели шерстной продуктивности у животных подопытных групп

Половозрастная категория	Группа животных	Настриг шерсти, кг		Cv, %	Выход мытой шерсти, %
		физический	мытой		
Матки	1	6,5±0,16	3,64±0,04	11,9	56,1
Ярки	1	5,5±0,11	3,04±0,03	9,0	55,4
Матки	2	6,3±0,18	3,55±0,05	16,8	56,4
Ярки	2	5,9±0,20	3,37±0,02	7,6	57,2
Матки	3	6,4±0,21	3,58±0,06	15,6	56,0
Ярки	3	5,1±0,19	2,96±0,04	10,3	58,0

Таблица 2 – Влияние скрещивания овец различных пород на тонины и уравниность шерсти

Половозрастная категория	Группа подопытных животных	Средняя тонаина шерсти, мкм		Cv, %	Разница бок-ляжка, мкм
		Бок	Ляжка		
Матки	1	21,9±0,65	22,7±0,30	21,5	0,8
Ярки	1	21,1±0,42	22,4±0,44	22,3	1,3
Матки	2	22,3±0,50	22,5±0,47	21,7	0,6
Ярки	2	20,6±0,61	21,3±0,72	21,1	0,7
Матки	3	22,0±0,48	22,9±0,81	22,0	0,9
Ярки	3	22,6±0,53	23,2±0,64	22,9	1,0

Таблица 3 – Длина шерсти у животных подопытных групп

Половозрастная категория	Группа подопытных животных	Длина шерсти на боку, см	δ, мкм	Cv, %
Матки	1	8,4±0,53	0,26	3,1
Ярки	1	11,2±0,61	0,39	3,5
Матки	2	8,7±0,49	0,34	3,9
Ярки	2	11,5±0,29	0,36	3,2
Матки	3	8,6±0,25	0,25	2,9
Ярки	3	11,8±0,71	0,49	4,2

ке приближалась к 10 %. В целом вся шерсть в подопытных группах относилась к 64 качеству с незначительным превышением этого параметра на ляжке у потомков российских мясных меринсов. По результатам данной оценки нами отмечен факт снижения качественных параметров шерсти у подопытных животных третьей группы по отношению к контролю. Таким образом, отмечено, что селекционная работа по созданию специализированной линии с улучшенными признаками мясной продуктивности, при использованном сочетании пород овец, влечёт за собой некоторое снижение качественных параметров (уравниности и тонины) шерстного покрова. Данный факт следует учитывать при отборе овец для последующего воспроизводства.

Как уже было отмечено, длина шерсти в руне является важной составляющей стоимости шерсти. Данное физико-техническое свойство корреляционно увязано с другими параметрами шерстной продуктивности, а также экстерьерными характеристиками животных. Уровень такой связи в разных стадах меринсовых овец существенно варьирует, что, по нашему мнению, взаимосвязано с направлениями селекции в стадах. Так, по данным Н.И. Белик (2011) [7], в пяти из шести подопытных групп овец породы советский меринос, в которых проводилась оценка, установлена достоверная положительная связь между длиной и тониной шерстных волокон. На умеренно положительный характер взаимосвязи длины шерсти в ставропольской породе с настригом и живой массой в своих работах указывает С. Н. Шумаенко (2019) [14]. В наших исследованиях был установлен ряд особенностей в наследуемости длины шерсти, связанных с происхождением молодняка овец (таблица 3).

Исходное маточное поголовье подопытных групп овец имело среднюю длину шерсти 8,4–8,7 см, т. е. разница между группами была менее 5 %. При оценке длины шерсти у потомков установлено, что наиболее длинной шерсть оказалась у ярок третьей группы, отцы которых имели шерсть реже, грубее и длиннее, чем их ровесники из первой и второй групп. Разница между ярками третьей и первой групп составила 0,6 см, или почти 5,5 % ( $P>0,90$ ). Разница средней длины шерсти между животными первой и второй, а также второй и третьей групп была менее выраженной, и это можно считать тенденцией превосходства помесей над чистопородными ярками.

**Заключение.** Исходя из приведенных материалов по сравнению показателей шерстной продуктивности овцематок сальской породы и молодняка, полученного при скрещивании с баранами – производителями пород джалгинский меринос и российский мясной меринос, а также сверстников подопытных групп между собой, можно сделать заключение о промежуточном характере наследования таких показателей шерстной продуктивности, как физический настриг шерсти, настриг чистой шерсти, выход чистой шерсти, длина и тонаина шерстных волокон. Ярки второй группы по настригу мытой шерсти как основному количественному показателю данного вида продуктивности превосходили группу контроль на 10,9 %, а третью группу – на 15 %. Аналогичное превосходство они имели над сверстницами первой и третьей групп и по тонеине шерстных волокон, т. е. их шерсть была значительно тоньше, что выгоднее с экономической точки зрения. Различия в длине шерсти между животными подопытных групп были недостоверными.



**Список источников**

1. Лушников В.П., Молчанов А.В., Ерофеев Д.В. Шерстная продуктивность и качество шерсти молодняка овец нового типа кавказской породы // *Аграрный научный журнал*. 2019. № 12. С. 61-63.

2. The relationship between heterosis and genetic distances based on SSR markers in *helianthus annuus* / A.V. Usatov [et al.] // *American Journal of Agricultural and Biological Science*. 2014. Т. 9. № 3. С. 270-276.

3. Лакота Е.А. Адаптивность и сохранность молодняка мериносовых овец в зоне сухой степи Поволжья // *Вестник Курганской ГСХА*. 2021. № 3 (39). С. 51-60.

4. Influence of various bio-stimulants on the biochemical and hematological parameters in porcine blood plasma / N. Karagodina [et al.] // *World Applied Sciences Journal*. 2014. Т. 30. № 6. С. 723-726.

5. Влияние генотипа баранов на шерстную продуктивность и качество шерсти / Е.А. Никонова [и др.] // *Мичуринский агрономический вестник*. 2020. № 4. С. 24-31.

6. Growth hormone (GH) gene polymorphism and its association with meat productivity in two rough wool sheep breeds grown in Russia's dry zone / I.F. Gorlov [et al.] // *International Journal of Agriculture and Biology*. 2021. Т. 25. № 1. С. 255-259.

7. Белик Н.И. Взаимосвязь признаков у ярок с различной тониной шерсти // *Вестник АПК Ставрополя*. 2011. № 4. С. 22-24.

8. Ефимова Н.И., Шумаенко С.Н., Омаров А.А. Взаимосвязь между основными селекционируемыми признаками овец пород российский мясной меринос и советский меринос // *Аграрная наука*. 2022. № 12. С. 71-75.

9. Некоторые биологические характеристики овец различного происхождения / Н.Г. Чамурлиев [и др.] // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2022. № 2 (66). С. 247-253.

10. Новое направление в животноводстве Ставрополя / Г.П. Ковалева [и др.] // *Аграрный научный журнал*. 2021. № 11. С. 72-74.

11. Шумаенко С.Н., Гаджиев З.К. Селекция овец кавказской породы на увеличение шерстной продуктивности // *Аграрный научный журнал*. 2019. № 11. С. 76-80.

12. Колосов Ю.А., Дегтярь А.С., Ганзенко Е.А. Прижизненные показатели мясности помесных овец // *Овцы, козы, шерстяное дело*. 2016. № 1. С. 37-39.

13. Наследуемость основных свойств шерсти у овец зарубежной селекции / В.Р. Плахтюкова [и др.] // *Зоотехния*. 2022. № 9. С. 36-40.

14. Шумаенко С.Н., Гаджиев З.К. Селекция овец кавказской породы на увеличение шерст-

ной продуктивности // *Аграрный научный журнал*. 2019. № 11. С. 76-80.

15. История и приоритеты животноводства Ростовской области / В.Н. Приступа [и др.] // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2018. № 6 (74). С. 188-191.

16. DNA-markers of sunflower resistance to the downy mildew (*Plasmopara Halstedii*) / A.V. Usatov [et al.] // *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*. 2014. Vol. 10. No. 2. Pp. 136-140.

17. Effects of melanocortin-4 receptor gene on growth and meat traits in pigs raised in Russia / A. Klimenko [et al.] // *American Journal of Agricultural and Biological Science*. 2014. Т. 9. № 2. С. 232-237.

18. Шерстная продуктивность молодняка овец разного происхождения / В.В. Абонеев [и др.] // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2018. № 3 (51). С. 230-236.

19. ГОСТ 30702-2000 Шерсть. Торговая сельскохозяйственно-промышленная классификация. М.: Изд-во стандартов, 2001. 19 с.

20. Методика комплексной оценки рун племенных овец разных направлений продуктивности (тонкорунных и полутонкорунных пород). Ставрополь: ВНИИОК, 1991. 29 с.

21. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 256 с.

22. Меркурьева Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных: учеб. пособие. М.: Колос, 1970. 424 с.

**References**

1. Lushnikov V.P., Molchanov A.V., Erofeev D.V. Sherstnaya produktivnost' i kachestvo shersti molodnyaka ovets novogo tipa kavkazskoi porody [Wool productivity and wool quality of young sheep of a new type of Caucasian breed]. *The Agrarian Scientific Journal*. 2019; (12): 61-63. (In Russ).

2. Usatov A.V. et al. The relationship between heterosis and genetic distances based on SSR markers in *helianthus annuus*. *American Journal of Agricultural and Biological Science*. 2014; (9-3): 270-276.

3. Lakota E.A. Adaptivnost' i sokhrannost' molodnyaka merinosovykh ovets v zone sukhoi stepi Povolzh'ya [Adaptability and safety of young merino sheep in the dry steppe zone of the Volga region]. *Vestnik Kurganskoy GSHA*. 2021; (3-39): 51-60. (In Russ).

4. Karagodina N. et al. Influence of various bio-stimulants on the biochemical and hematological parameters in porcine blood plasma. *World Applied Sciences Journal*. 2014; (30-6): 723-726.

5. E.A. Nikonova et al. Vliyanie genotipa baranov na sherstnuyu produktivnost' i kachestvo shersti

[The influence of ram genotype on wool productivity and wool quality]. *Michurinsk Agronomy Bulletin*. 2020; (4): 24-31. (In Russ).

6. Gorlov I.F. et al. Growth hormone (GH) gene polymorphism and its association with meat productivity in two rough wool sheep breeds grown in Russia's dry zone. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2021; (25-1): 255-259.

7. Belik N.I. Vzaimosvyaz' priznakov u yarok s razlichnoi toninoi shersti [Interrelation of characteristics in ducks with different coat fineness]. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*. 2011; (4): 22-24. (In Russ).

8. Efimova N.I., Shumaenko S.N., Omarov A.A. Vzaimosvyaz' mezhdru osnovnymi selektsioniruemymi priznakami ovets porod rossiiskii myasnoi merinos i sovetskii merinos [The relationship between the main breeding characteristics of sheep of the Russian meat merino and Soviet merino breeds]. *Agrarian science*. 2022; (12): 71-75. (In Russ).

9. Chamurliev N.G. et al. Nekotorye biologicheskie kharakteristiki ovets razlichnogo proiskhozhdeniya [Some biological characteristics of sheep of different origins]. *Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education*. 2022; (2-66): 247-253. (In Russ).

10. Kovaleva G.P. et al. Novoe napravlenie v zhivotnovodstve Stavropol'ya [New direction in livestock farming in Stavropol region]. *The Agrarian Scientific Journal*. 2021; (11): 72-74. (In Russ).

11. Shumaenko S.N., Gadzhiev Z.K. Seleksiya ovets kavkazskoi porody na uvelichenie sherstnoi produktivnosti [Selection of sheep of the Caucasian breed to increase wool productivity]. *The Agrarian Scientific Journal*. 2019; (11): 76-80. (In Russ).

12. Kolosov Yu.A., Degtyar A.S., Ganzenko E.A. Prizhiznennye pokazateli myasnosti pomesnykh ovets [Lifetime indicators of meat content of crossbred sheep]. *Sheep, goats and wool production*. 2016; (1): 37-39. (In Russ).

13. Plakhtyukova V.R. et al. Nasleduemost' osnovnykh svoystv shersti u ovets zarubezhnoi selektsii [Heritability of the basic properties of wool in sheep of foreign selection]. *Zootekhnika*. 2022; (9): 36-40. (In Russ).

14. Shumaenko S.N., Gadzhiev Z.K. Seleksiya ovets kavkazskoi porody na uvelichenie sherstnoi produktivnosti [Selection of sheep of the Caucasian breed to increase wool productivity]. *The Agrarian Scientific Journal*. 2019; (11): 76-80. (In Russ).

15. Pristupa V.N. et al. Istoriya i priority zivotnovodstva Rostovskoi oblasti [History and priorities of livestock farming in the Rostov region]. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018; (6-74): 188-191. (In Russ).

16. Usatov A.V. et al. DNA-markers of sunflower resistance to the downy mildew (Plasmopara Halste-

dii). *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*. 2014; (10-2): 136-140.

17. Klimentko A. et al. Effects of melanocortin-4 receptor gene on growth and meat traits in pigs raised in Russia. *American Journal of Agricultural and Biological Science*. 2014; (9-2): 232-237.

18. Aboneyev V.V. et al. Sherstnaya produktivnost' molodnyaka ovets raznogo proiskhozhdeniya [Wool productivity of young sheep of different origins]. *Proceedings of Nizhnevolzskiy Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education*. 2018; (3-51): 230-236. (In Russ).

19. GOST 30702-2000 *Sherst'. Torgovaya sel'skokhozyaistvenno-promyshlennaya klassifikatsiya* [Wool. Trade agricultural-industrial classification]. M.: Izdatel'stvo standartov; 2001. (In Russ).

20. *Metodika kompleksnoi otsenki run plemennykh ovets raznykh napravlenii produktivnosti (tonkorunnykh i polutonkorunnykh porod)* [Methodology for a comprehensive assessment of the fleeces of breeding sheep of different areas of productivity (fine-fleece and semi-fine-fleece breeds)]. Stavropol': VNIIOK; 1991. (In Russ).

21. Plokhinsky N.A. *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov* [A Guide to Biometrics for Animal Scientists]. M.: Kolos; 1969. (In Russ).

22. Merkuryeva E.K. *Biometriya v selektsii i genetike sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh. Uchebnoe posobie* [Biometrics in breeding and genetics of farm animals. Tutorial]. M.: Kolos; 1970. (In Russ).

#### Информация об авторах

Ю.А. Колосов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; AuthorID 348106.

В.В. Абонеев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН; AuthorID 253402.

А.Ч. Гаглюев – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; AuthorID 676938.

#### Information about the author

Yu.A. Kolosov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor; AuthorID 348106.

V.V. Aboneev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences; AuthorID 253402.

A.Ch. Gagloev – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor; AuthorID 676938.

Статья поступила в редакцию 09.01.2024; одобрена после рецензирования 12.01.2024; принята к публикации 19.03.2024.

The article was submitted 09.01.2024; approved after reviewing 12.01.2024; accepted for publication 19.03.2024.

Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 41–51  
Vestnik Kurganskoj GSHA. 2024; (1-49): 41–51

### Научная статья

УДК 636.598

Код ВАК 4.2.4

EDN: RJAKKY

## КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПРОДУКТИВНЫХ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЛОДНЯКА ГУСЕЙ, ПОТРЕБЛЯВШИХ РАЗЛИЧНЫЕ КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ

Светлана Фаилевна Суханова<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Курганский государственный университет, Курган, Россия

<sup>1</sup> nauka007@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-4921-1725>

**Аннотация.** Целью исследований являлось изучение корреляционной связи живой массы и гематологических показателей молодняка гусей при использовании в комбикормах различных кормовых добавок (бентонит, Стимул, калий йодистый, йодказеин, селенит натрия, Сел-Плекс, Ветосел Е форте, Авизим 1200 (в пшеничной кормосмеси), Авизим 1200 (в пшенично-ячменной кормосмеси), Натуфос, Лив 52 Вет, Левисел SB+, Агримос, Ветом и Лактобифадол). Экспериментальные данные и аналитический материал, использованный для построения расчетов корреляционной связи, были получены в ООО «Племенной завод «Махалов» Курганской области на молодняке гусей шадринской, итальянской белой породы и их гибридах. Цифровой материал обработан с использованием статистических методов. Установлено, что изменение живой массы птицы оказало значительное влияние на морфологические показатели крови гусят. В большинстве случаев связь была высокой положительной (36,67 %) и высокой отрицательной (25,00 %); связь отсутствовала в 11,67 % случаев и была слабой положительной – в 13,33 %, слабой отрицательной – в 6,67 %; средняя положительная связь отмечена в 5,00 % случаев и полностью отсутствовала средняя отрицательная связь. Корреляционная связь живой массы и фракционного состава белка крови гусят, потреблявших изучаемые кормовые добавки, была достаточно слабая: в большинстве случаев связь была отрицательной (40,00 %), в том числе высокой – 22,67 %; средней – 4,00 % и слабой 13,33 %. В 26,67 % случаев связь между показателями отсутствовала. Изменение живой массы гусят оказывало значительное влияние на их естественную резистентность: в большинстве случаев связь была либо высокой положительной (45,00 %), либо высокой отрицательной (28,33 %); связь отсутствовала в 3,33 % случаев.

**Ключевые слова:** птица, продуктивность, физиологические показатели, корреляционная связь, кормовые добавки.

**Для цитирования:** Суханова С.Ф. Корреляционный анализ продуктивных и физиологических показателей молодняка гусей, потреблявших различные кормовые добавки // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 41–51. EDN: RJAKKY.

### Scientific article

## CORRELATION ANALYSIS OF THE PERFORMANCE AND PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF THE YOUNG GEESE CONSUMED VARIOUS FEED ADDITIVES

Svetlana F. Sukhanova<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Kurgan state university, Kurgan, Russia

<sup>1</sup> nauka007@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-4921-1725>

**Abstract.** The purpose of the research was to study the correlation between live weight and hematological parameters of young geese when using various feed additives in compound feeds (bentonite, Stimul, potassium iodide, iodocasein, sodium selenite, Sel-Plex, Vetosel E forte, Avizyme 1200 (in wheat feed mixture), Avizyme 1200 (in wheat and barley feed mixture), Natuphos, Liv.52 Vet, Levucell SB+, Agrimos, Vetom and Lactobifadol). The experimental data and analytical material used to construct correlation calculations were obtained on the young geese of Shadrin, white Italian breeds and their hybrids at ООО Breeding Plant 'Makhalov' (LLC) of the Kurgan region. The digital material was processed using statistical methods. It was found that the change in the live weight of the geese had a significant effect on the morphological parameters of the gosling blood. In most cases, the correlation was high-positive (36.67 %) and high-negative (25.00 %); the correlation was absent in 11.67 % of the cases and was weak-positive in 13.33 %, weak-negative in 6.67 %; the average positive correlation was noted in 5.00 % of the cases and the average negative correlation was completely absent. The correlation between the live weight and the fractional composition of the blood protein of the goslings which consumed the feed additives under study was rather weak: in most cases, the relationship was negative (40.00 %), including a high one 22.67 %; an average one 4.00 % and a weak one 13.33 %. In 26.67 % of the cases, there was no correlation between the indicators. The change in the live weight of the goslings had a significant effect on their natural resistance: in most cases, the correlation was either high positive (45.00 %) or high negative (28.33 %); the correlation was absent in 3.33 % of the cases.

**Keywords:** poultry, performance, physiological indicators, correlation, feed additives.

**For citation:** Sukhanova S.F. Correlation analysis of the performance and physiological parameters of the young geese consumed various feed additives. Vestnik Kurganskoj GSHA. 2024; (1-49): 41–51. EDN: RJAKKY. (In Russ).

**Введение.** В настоящее время в условиях санкционных ограничений и необходимости развития отечественного сельского хозяйства актуальным является обеспечение продовольственной безопасности Российской Федерации. Во многом это обуславливает необходимость использования эффективных инструментов управления агропроизводством, прогнозирования его развития, в том числе продуктивности и физиологического состояния животных и птицы в зависимости от влияния различных факторов.

Прогнозирование представляет собой способ научного и обоснованного предвидения будущих возможных состояний объекта в зависимости от влияния заданных факторов, процессов и явлений. Сельское хозяйство характеризуется наличием определенных специфических черт и особенностей, определяющих требования к методологии исследования, набору применяемых инструментов и методов, подходов. Прогнозирование является сложным многоступенчатым процессом, предполагающим сбор, обработку и анализ исходной информации об объекте прогнозирования, системе, в рамках которой он функционирует, выявлении текущих и потенциальных условий, определяющих динамику и характер ее развития на различных промежутках времени, оценку ресурсного потенциала, установлении возможностей и перспектив роста. Методология прогнозирования в сельском хозяйстве включает в себя алгоритмы, регламентирующие порядок действий, следование которым позволяет структурировать данный процесс и повысить точность получаемого прогноза [1].

На биологические объекты оказывает влияние множество факторов, отдельные из них невозможно учесть. У биологических объектов связь между двумя признаками никогда не может быть совершенно четкой, точно определенной, она изменяется в той или иной степени, модифицируется, ее не всегда удается обнаружить. При этом каждому определенному значению одного признака может соответствовать не одно значение второго признака, а целое распределение этих значений [2–3].

Всесторонний и глубокий анализ информации, так называемых статистических данных, предполагает использование различных специальных методов, важное место среди которых занимает корреляционный и регрессионный анализы обработки данных [4].

Аналитическая статистика объединяет процедуры оценки характеристик совокупности по данным выборки. При этом аналитическая статистика позволяет не только провести количественное исследование тенденций развития процесса, но и изучить этот процесс в динамике, а также измерить связи между разными факторами [5].

Корреляционный анализ – статистический ме-

тод изучения взаимосвязи между двумя и более случайными величинами. Корреляционный анализ является очень популярным методом аналитической статистики, используемым в медико-биологических исследованиях [6–7].

Корреляционный анализ представляет собой мощный инструмент статистического анализа, который используется для изучения связи между двумя или более переменными. Одним из ключевых понятий в корреляционном анализе является коэффициент корреляции, который позволяет оценить силу и направление связи между переменными, насколько переменные связаны между собой, что необходимо для прогнозирования и понимания паттернов в данных [8].

Корреляционный анализ позволяет с применением теории вероятностей сделать обоснованные выводы о наличии и тесноте связи между двумя или несколькими показателями [9].

Данное исследование предполагает предварительный анализ (определяется результативный и факторные показатели), сбор и первичную обработку информации, построение и оценку модели. Задачи заключаются в определении факторов, влияющих на результативный показатель, в измерении тесноты связи между факторами, в определении уравнения регрессии, в прогнозировании значений результативного показателя при заданных значениях факторных признаков [10].

Корреляции могут быть различными по своему направлению: прямыми (положительными) и обратными (отрицательными). При прямой связи направление изменения результативного признака совпадает с направлением изменения признака-фактора. При обратной связи направление изменения результативного признака противоположно направлению изменения признака-фактора [2].

Целью исследований являлось определение корреляционной связи живой массы и гематологических показателей при использовании различных кормовых добавок в кормлении молодняка гусей.

Основной задачей исследований являлось изучить корреляционную связь живой массы и гематологических показателей гусят-бройлеров при использовании различных кормовых добавок: бентонит, Стимул, калий йодистый, йодказеин, селенит натрия, Сел-Плекс, Ветосел Е форте, Авизим 1200 (в пшеничной кормосмеси), Авизим 1200 (в пшенично-ячменной кормосмеси), Натуфос, Лив 52 Вет, Левисел SB+, Агримос, Ветом и Лактобифадол.

Для анализа были использованы экспериментальные данные, полученные в ходе проведения автором научных исследований [11–14].

**Материалы и методы.** Изучение корреляционной связи живой массы и гематологических

показателей при использовании различных кормовых добавок проводилось на гусятах-бройлерах итальянской белой породы в условиях ООО «Племенной завод «Махалов» Курганской области. Условия содержания подопытной птицы в каждом опыте были идентичными и соответствовали зооигиеническим требованиям. Вся птица, используемая в эксперименте, была клинически здорова. Срок выращивания птицы составлял 60 дней. Выращивание гусят-бройлеров было проведено в два периода: стартовый (с 1-й по 3-ю неделю) и финишный (с 4-й недели). Кормление гусят проводили с учетом норм ВНИТИП. Взвешивание гусят проводили индивидуально (по 50 голов из каждой группы) 1 раз в 10 дней до утреннего кормления. Для изучения гематологических показателей и показателей естественной резистентности кровь у птицы брали из крыловой вены. Исследования проводились в соответствии с унифицированными методиками [15–17]. Полученный в опытах цифровой материал обработан с использованием статистических

методов. Область допустимых значений линейного коэффициента корреляции рассчитывалась от -1 до +1: высокая при значении  $r > 0,60$ , средняя – при  $r = 0,40–0,60$ , слабая – при  $r < 0,20–0,40$ , отсутствовала [18] при  $r < 0,20$ .

**Результаты исследований и их обсуждение.** Процессы, протекающие в организме птицы, отражаются при использовании различных кормовых факторов на составе крови и ее физико-химических свойствах, по которым, в свою очередь, можно судить о степени интенсивности окислительных процессов и уровне обмена веществ, обуславливающих уровень продуктивности [19–22].

Одним из важных интегрирующих показателей гомеостаза организма является общий анализ крови, в котором отражены основные тенденции качественных и количественных компенсаторных реакций (рисунок 1) [23].

Корреляционная связь между живой массой и количеством эритроцитов в крови гусят-бройлеров при использовании различных кормовых добавок в большей степени была отрицательной. Высо-

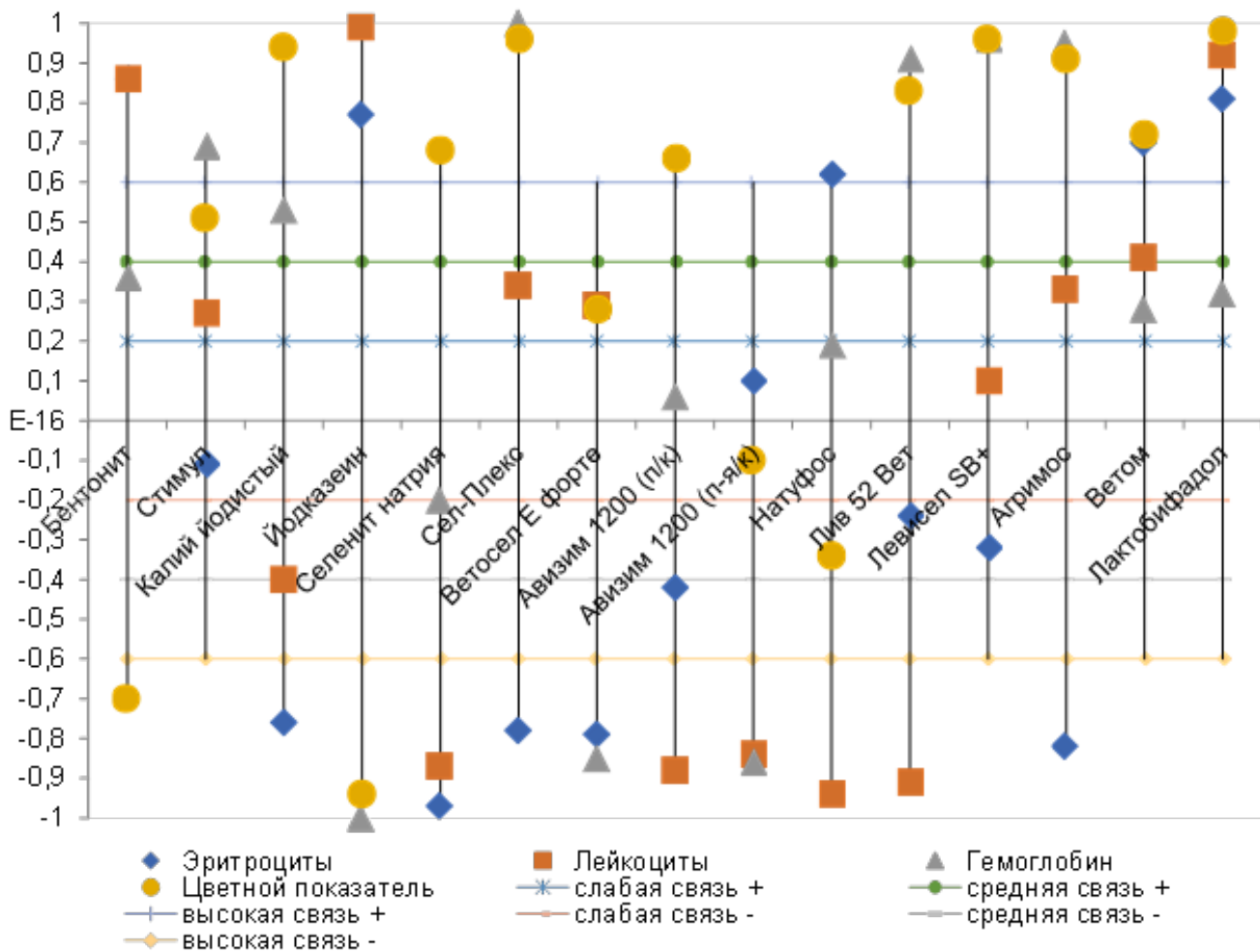


Рисунок 1 – Связь (коэффициент корреляции) живой массы и морфологических показателей крови гусят, r

кая отрицательная связь наблюдалась при использовании кормовой добавки калий йодистый  $r = -0,76$ ; всех селенсодержащих добавок: селенит натрия –  $r = -0,97$ ; Сел-Плекс –  $r = -0,78$ ; Ветосел Е форте –  $r = -0,79$ ; а также пребиотика Агримос –  $r = -0,82$ . Высокая положительная связь между живой массой и количеством эритроцитов в крови гусят-бройлеров была обнаружена при использовании в рационах бентонита  $r = 0,86$  и пробиотиков Ветом и Лактобифадол  $r = 0,70$  и  $0,81$  соответственно. В остальных случаях связь была слабая либо отсутствовала.

Корреляционная связь между живой массой и количеством лейкоцитов в крови гусят-бройлеров была высокой отрицательной при использовании в рационах птицы ферментных кормовых добавок: Натуфос –  $r = -0,94$ ; Авизим 1200 (в пшенично-ячменной кормосмеси) –  $r = -0,88$ ; Авизим 1200 (в пшенично-ячменной кормосмеси) –  $r = -0,84$ , а также при использовании селенита натрия –  $r = -0,87$  и фитобиотика Лив 52 Вет –  $r = -0,91$ . Высокая положительная связь была установлена при использовании в рационах гусят-бройлеров бентонита, йодказеина и пробиотика Лактобифадол  $r = 0,86$ ;  $0,99$ ;  $0,92$  соответственно. В остальных случаях связь была либо слабая или отсутствовала.

Установлена высокая положительная связь между живой массой и содержанием гемоглобина в крови; между живой массой и цветным показателем в крови гусят при использовании в рационах добавки Сел-Плекс –  $r = 1,00$  и  $0,96$ ; фитобиотика Лив 52 Вет –  $r = 0,91$  и  $0,83$ ; пробиотика Левисел SB+ –  $r = 0,96$  и  $0,96$ ; пребиотика Агримос –  $r = 0,95$  и  $0,91$  соответственно. Высокая отрицательная связь по данным показателям наблюдалась при использовании в кормлении гусят-бройлеров йодказеина –  $r = -1,00$  и  $-0,94$  соответственно.

При использовании различных кормовых добавок связь между живой массой и содержанием гемоглобина и между живой массой и цветным показателем была в различной степени (высокой, средней и слабой) положительной: стимул –  $r = 0,69$  и  $0,51$ ; калий йодистый –  $r = 0,53$  и  $0,94$ ; Ветом –  $r = 0,28$  и  $0,72$ ; Лактобифадол –  $r = 0,32$  и  $0,98$  соответственно.

Таким образом, при изучении связи между живой массой и морфологическими показателями крови гусят было установлено, что в большинстве случаев связь была высокой положительной (36,67 %) и высокой отрицательной (25,00 %); связь отсутствовала в 11,67 % случаев и была слабой положительной – в 13,33 %, слабой отрицательной – в 6,67 %; средняя положительная связь отмечена в 5,00 % случаев и полностью отсутствовала средняя отрицательная связь. В целом положительная связь была в 55,00 % случаев, отрица-

тельная – в 31,67 %. То есть можно сделать вывод о том, что изменение живой массы птицы оказало значительное влияние на морфологические показатели крови гусят [23].

Изменение живой массы птицы обусловлено ее физиологическим статусом, который зависит от состояния здоровья, оценить которое можно по биохимическим показателям крови. Поэтому величины данных показателей широко используют в диагностических и прогностических целях.

Корреляция живой массы и биохимических показателей, фракционного состава белка сыворотки крови гусят представлены на рисунках 2 и 3.

При использовании в кормлении гусят кормовых добавок бентонит и стимул отмечена высокая отрицательная связь между живой массой и содержанием общего белка сыворотки крови –  $r = -0,93$  и  $-0,85$  соответственно. Связь между живой массой и содержанием щелочного резерва крови высокая положительная при использовании бентонита –  $r = 0,99$  и слабая положительная при использовании добавки стимул –  $r = 0,28$ . Связь между живой массой и содержанием минеральных компонентов крови при использовании данных кормовых добавок была разной степени положительной.

При использовании йодсодержащих добавок связь живой массы с щелочным резервом и общим белком крови была отрицательная: калий йодистый –  $r = -0,33$  и  $-0,59$ ; йодказеин –  $r = -0,04$  и  $-0,42$ . Кормовая добавка калий йодистый в кормлении гусят-бройлеров положительно влияла на связь живой массы с минеральными компонентами крови. Так, с кальцием и неорганическим фосфором связь была высокой положительной  $r = 0,85$  и  $-0,89$  соответственно.

Селенит натрия способствовал проявлению отрицательной связи между живой массой и биохимическими показателями крови гусят-бройлеров, с щелочным резервом –  $r = -0,67$ ; общим белком –  $r = -0,90$ ; кальцием –  $r = -0,16$  и неорганическим фосфором –  $r = -0,02$ . При использовании Сел-Плекс отмечена высокая положительная связь между живой массой и кальцием крови; неорганическим фосфором –  $r = 0,92$  и  $-0,79$  соответственно.

Использование в кормлении гусят ферментных препаратов также отрицательно влияло на связь между живой массой и содержанием общего белка крови: Авизим 1200 (в пшеничной кормосмеси) –  $r = -0,98$ ; Авизим 1200 (в пшенично-ячменной кормосмеси) –  $r = -0,95$ ; Натуфос –  $r = -0,50$ .

При использовании фитобиотика Лив 52 Вет в кормлении гусят при увеличении живой массы снижался уровень общего белка, кальция и неорганического фосфора, корреляционные связи составили соответственно  $r = -0,99$ ;  $-0,92$  и  $-0,68$ .

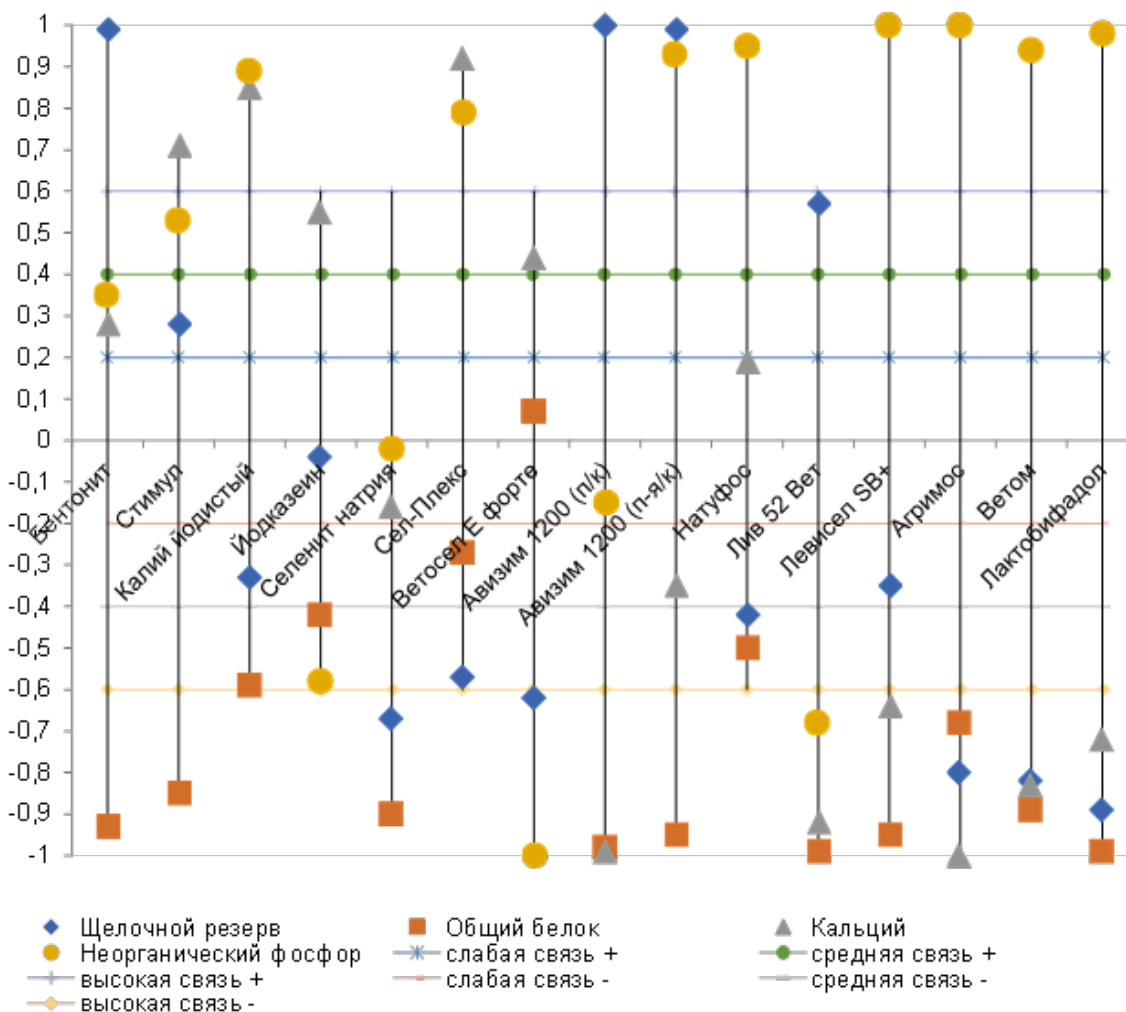


Рисунок 2 – Связь (коэффициент корреляции) живой массы и биохимических показателей крови гусят, r

При использовании в кормлении гусят пробиотических добавок Левисел SB+, Ветом и Лактобифадол отмечено наличие сильной отрицательной связи между живой массой и содержанием общего белка крови ( $r = -0,95$ ;  $-0,89$  и  $-0,99$ ) и сильной положительной – между живой массой и содержанием неорганического фосфора ( $r = 1,00$ ;  $0,94$  и  $0,98$  соответственно). Также потребление комбикормов с пробиотиками Ветом и Лактобифадол гусятами приводило к образованию сильных отрицательных связей между живой массой и щелочным резервом ( $r = -0,82$  и  $-0,89$ ), содержанием кальция ( $r = -0,83$  и  $-0,75$  соответственно). Использование пребиотика Агримос вызывало образование отрицательных связей между живой массой и щелочным резервом крови ( $r = -0,80$ ); общим белком ( $r = -0,68$ ) и кальцием ( $r = -1,00$ ); и положительную – с неорганическим фосфором ( $r = 1,00$ ).

При изучении связи между живой массой и биохимическими показателями крови гусят было установлено, что в большинстве случаев связь была высокой отрицательной (38,33 %) и высокой положительной (23,33 %); связь отсутствовала в 10,00 % случаев и была слабой (как положи-

тельной, так и отрицательной) в 10,00 %. В целом положительная связь была в 36,67 % случаев, отрицательная – в 53,33%. То есть увеличение живой массы в большей степени способствовало снижению показателей биохимии крови гусят, особенно на содержание общего белка сыворотки крови [24].

Равномерное распределение корреляционных связей отмечено между живой массой и альбуминовой и глобулиновой фракциями белков гусят. Так, высокие положительные связи отмечены между живой массой и альбуминовой фракцией при использовании пробиотических кормовых добавок Левисел SB+, Ветом и Лактобифадол ( $r = 0,66$ ;  $0,74$  и  $0,61$  соответственно) и фитобиотика Лив 52 Вет ( $r = 0,64$ ); высокие отрицательные – селенит натрия, Авизим 1200 (в пшеничной кормосмеси), Авизим 1200 (в пшенично-ячменной кормосмеси) и Агримос ( $r = -0,98$ ;  $-0,97$ ;  $-0,94$  и  $-0,96$  соответственно). В остальных случаях связь была слабой либо отсутствовала. Связь между живой массой и содержанием глобулиновой фракции является обратной.

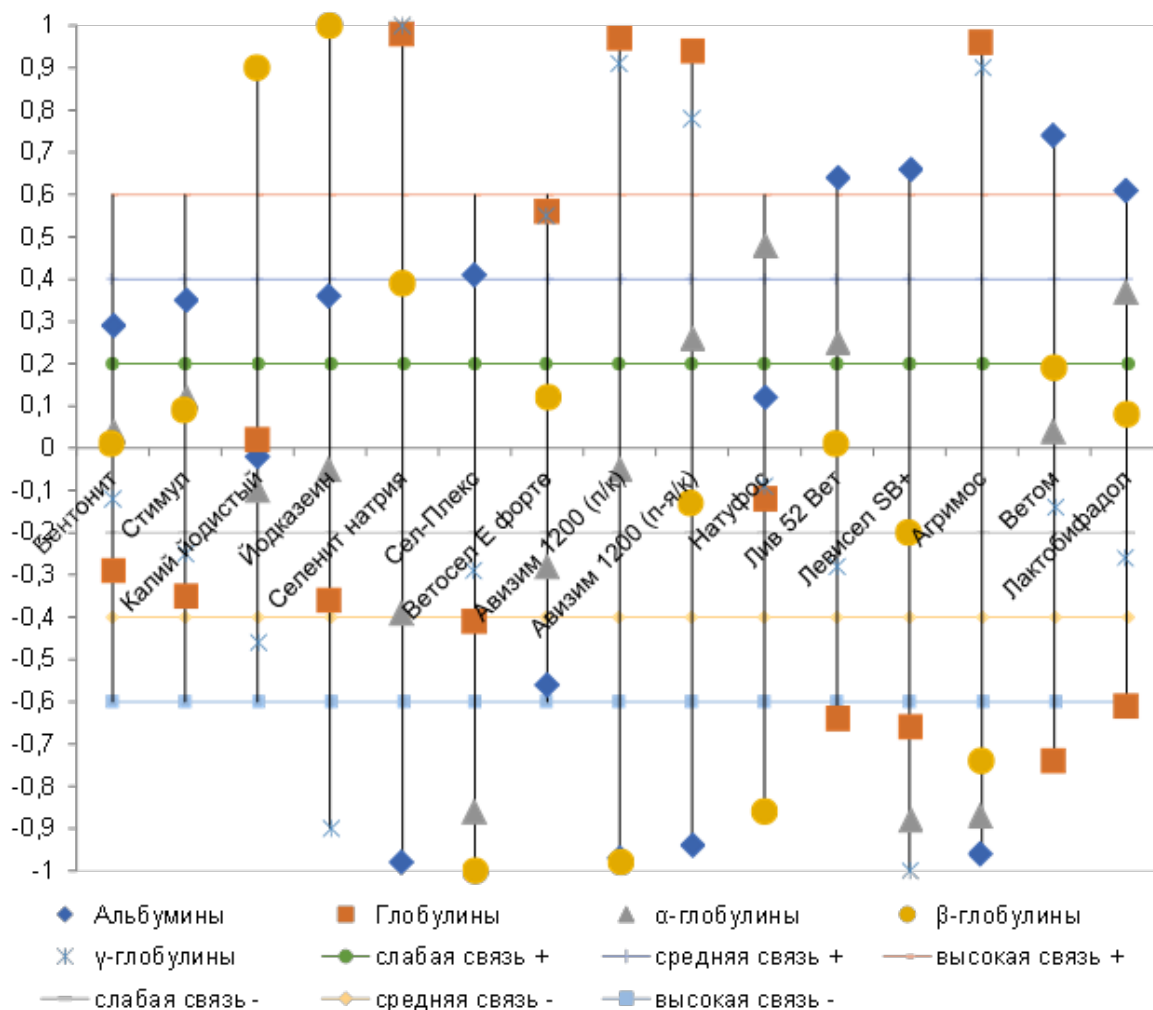


Рисунок 3 – Связь (коэффициент корреляции) живой массы и белковых фракций гусят, г

При оценке связи между живой массой и фракционным составом глобулинов белков крови гусят при использовании кормовых добавок установлено, что в большей степени связь либо отсутствовала, либо была слабой. Это было отмечено при использовании таких кормовых добавок, как бентонит, стимул, Лив 52 Вет, Ветом и Лактобифадол, где связь варьировалась в пределах от  $r = -0,28$  до  $r = 0,37$ .

Высокая отрицательная связь была между живой массой и содержанием  $\alpha$ -глобулинов при использовании в кормлении гусят кормовых добавок калия йодистого  $r = -1,00$ , Сел-Плекс –  $r = -0,86$ , Левисел SB+  $r = -0,88$  и Агримос  $r = -0,87$ ; между живой массой и  $\beta$ -глобулинами - Сел-Плекс  $r = -0,67$ ; Авизим 1200 (в пшеничной кормосмеси)  $r = -0,67$ ; Натуфос –  $r = -0,67$ ; Левисел SB+ –  $r = -0,67$ . Высокая положительная связь между живой массой и  $\gamma$ -глобулинами при использовании следующих кормовых добавок: селенит натрия  $r = 1,00$ ; Авизим 1200 (в пшеничной кормосмеси) –  $r = 0,91$ ; Авизим 1200 (в пшенично-ячменной кормосмеси) –  $r = 0,78$  и Агримос –  $r = 0,90$ .

Таким образом, при изучении корреляцион-

ных связей между живой массой и фракционным составом белков крови было установлено, что в большинстве случаев связь была отрицательной (40,00 %), в том числе высокой – 22,67 %; средней – 4,00 % и слабой 13,33 %. В 26,67 % случаев связь между показателями отсутствовала. На долю положительных связей приходилось 33,33 %, в том числе на высокую – 18,67 %. В целом корреляционная связь живой массы и фракционного состава белка крови гусят достаточно слабая.

Неспецифические защитные факторы и адаптационная способность присутствуют в организме с рождения. Организм располагает рядом неспецифических средств защиты, способных самостоятельно или в сочетании друг с другом вызывать нейтрализацию чужеродных факторов [2].

Результаты, характеризующие связь живой массы и естественной резистентности гусят, приведены на рисунках 4 и 5.

При изучении связи между живой массой и показателями естественной резистентности гусят под воздействием кормовых факторов было отмечено, что в большей степени она была высокой, как положительной, так и отрицательной.



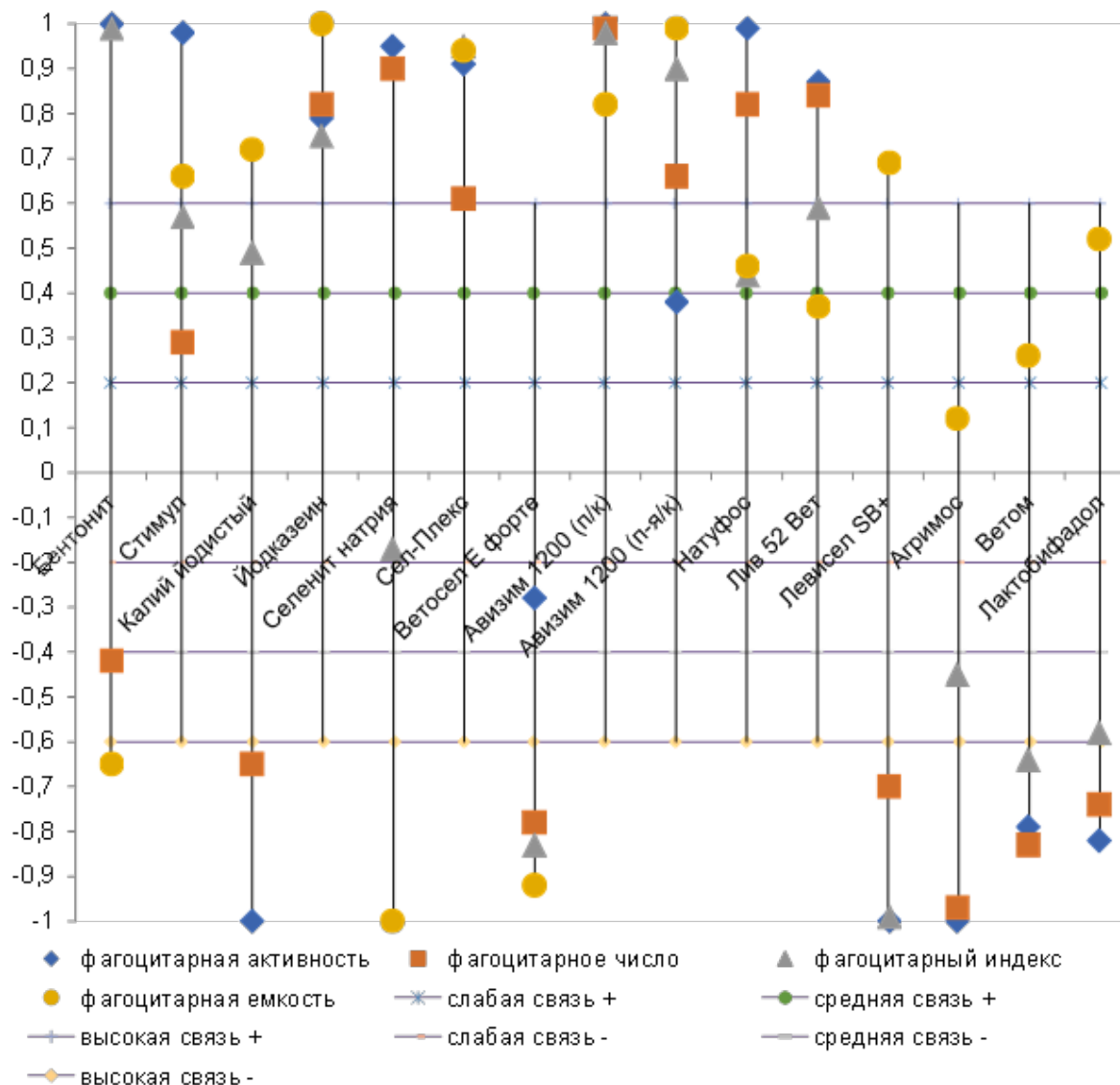


Рисунок 4 – Связь (коэффициент корреляции) живой массы и естественной резистентности гусят, г

Положительная связь между живой массой и естественной резистентностью была выявлена при использовании кормовой добавки стимул, органических минеральных добавок (йодказеин и Сел-Плекс), ферментов Натуфос, Авизим 1200 (в пшеничной кормосмеси), Авизим 1200 (в пшенично-ячменной кормосмеси) и фитобиотика Лив 52 Вет.

При использовании кормовой добавки стимул корреляционная связь между живой массой и показателями естественной резистентности варьировалась от слабой положительной (связь с фагоцитарным числом  $r = 0,29$ ) до высокой положительной (связь с фагоцитарной емкостью  $r = 0,98$ ).

При использовании кормовых добавок йодказеин и Сел-Плекс при увеличении живой массы гусят увеличивались все показатели естественной резистентности, корреляционные связи составили: для фагоцитарной активности –  $r = 0,79$  и  $0,91$ ; фагоцитарного числа –  $r = 0,82$  и  $0,61$ ; фагоцитар-

ного индекса –  $r = 0,75$  и  $0,95$ ; фагоцитарной емкости –  $r = 1,00$  и  $0,94$  соответственно.

Использование в рационах гусят ферментных препаратов привело к образованию положительных корреляционных связей между живой массой и показателями естественной резистентности, в среднем при использовании фермента Авизим 1200 (в пшеничной кормосмеси) связь составила  $r = 0,95$ ; Авизим 1200 (в пшенично-ячменной кормосмеси) –  $r = 0,73$ , а при введении Натуфос –  $r = 0,68$ .

При использовании фитобиотика Лив 52 Вет в кормлении гусят связь между живой массой и фагоцитарной активностью, числом и фагоцитарным индексом была высокой положительной  $r = 0,87$ ;  $0,84$  и  $0,59$ ; между живой массой и фагоцитарной емкостью – слабой положительной  $r = 0,37$  [18].

При использовании в кормлении гусят пробиотических добавок Левисел SB+, Ветом, Лактоби-

фадол и пребиотика Агримос установлена сильная отрицательная связь между живой массой и фагоцитарной активностью:  $r = -1,00$ ;  $-0,79$ ;  $-0,82$  и  $-1,00$  и между живой массой и фагоцитарным числом:  $r = -0,70$ ;  $-0,83$ ;  $-0,74$  и  $-0,97$  соответственно. Также высокая отрицательная связь выявлена между живой массой и фагоцитарным числом, индексом и фагоцитарной емкостью была при использовании кормовой добавки Ветосел Е форте:  $r = -0,78$ ;  $-0,83$ ;  $-0,92$  соответственно.

При использовании в рационах гусят бентонит, калий йодистый и селенит натрия установлены как положительные, так и отрицательные корреляционные связи, и общей тенденции отмечено не было.

Таким образом, при изучении связи между живой массой и естественной резистентностью гусят было определено, что в большинстве случаев связь была либо высокой положительной (45,00 %), либо высокой отрицательной (28,33 %);

связь отсутствовала в 3,33 % случаев. Следовательно, изменение живой массы гусят оказывало значительное влияние на их естественную резистентность.

При исследовании корреляционных связей между живой массой и значениями лейкограммы было установлено, что уровень связей имеет очень большой разброс, и определить какие-либо закономерности не представляется возможным. Так, нами выявлено, что высокая положительная связь была в 24,45 %; высокая отрицательная – в 26,67 % случаев. Средняя и слабая положительные корреляционные связи составляли 18,89%; средняя и слабая отрицательные – 15,56 %, а в 13,33 % случаев связь отсутствовала.

**Заключение.** В результате изучения корреляционных связей между живой массой и гематологическими показателями гусят при использовании в их рационах различных кормовых добавок установлено, что изменение живой массы оказало

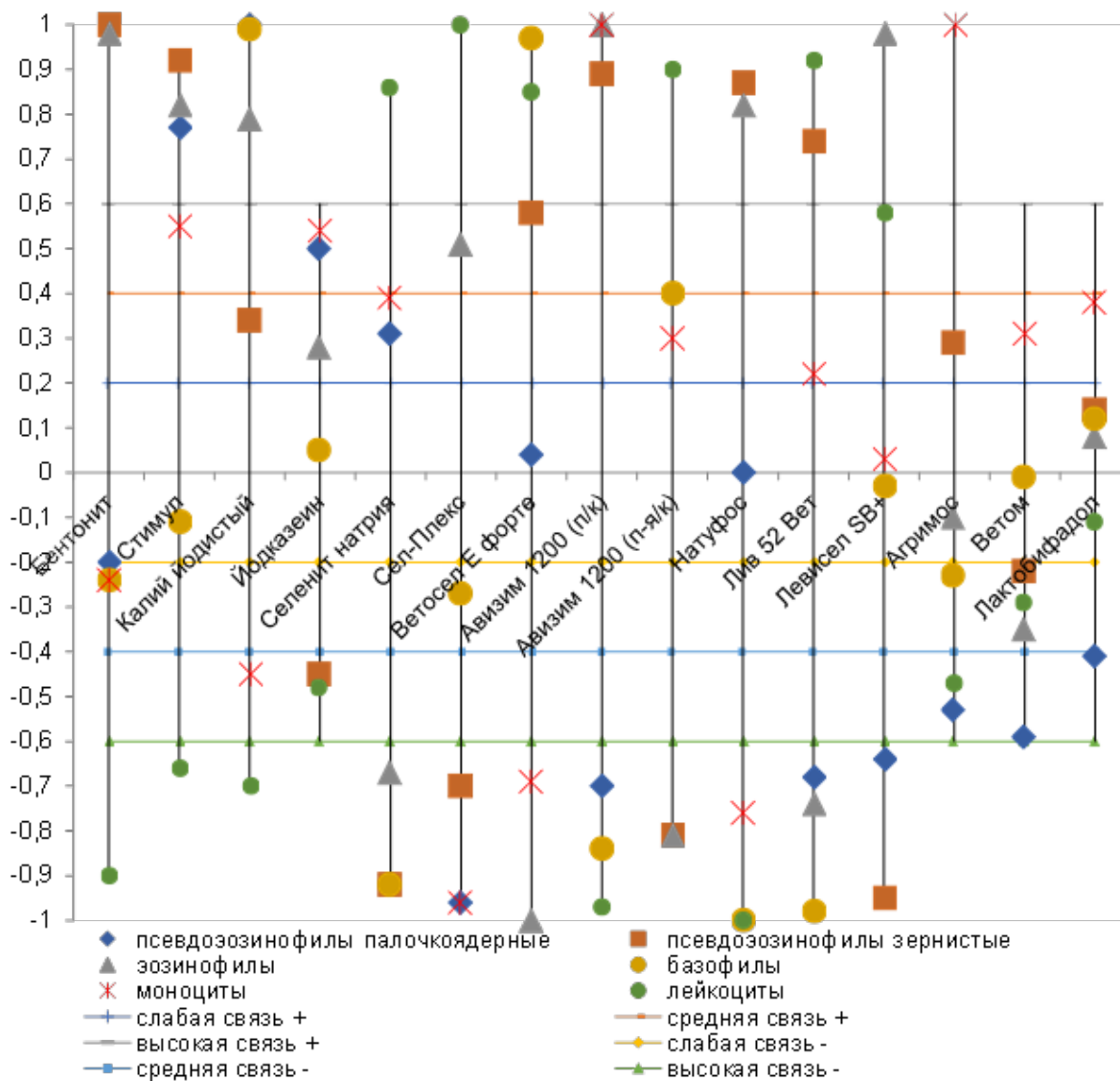


Рисунок 5 – Связь (коэффициент корреляции) живой массы и лейкоцитарной формулы гусят,  $r$

значительное влияние на морфологические показатели крови и естественную резистентность птицы, способствовало снижению биохимических показателей, но в большей степени общего белка сыворотки крови. Корреляционная связь живой массы и фракционного состава белка крови гусят была достаточно слабая, а уровень связей с значениями лейкограммы имел очень большой разброс, и определить какие-либо закономерности не представляется возможным.

### Список источников

1. Еременко О.В., Скрипкина Е.В. Методологии прогнозирования в сфере сельского хозяйства // Вестник НГИЭИ. 2023. № 10 (149). С. 78-88. DOI: 10.24412/2227-9407-2023-10-78-88. EDN: ELKIYO.
2. Суханова С.Ф. Определение воздействия кормового фактора на показатели биологических систем // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник статей по материалам III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2019. С. 204-214.
3. Суханова С.Ф., Азаубаева Г.С., Лещук Т.Л. Степень влияния внешних факторов на показатели функционирования биологических систем // Вестник Курганской ГСХА. 2017. № 2 (22). С. 65-69. EDN: YTBEPV.
4. Обработка статистических данных с помощью корреляционно-регрессионного анализа / Т.В. Пахомова [и др.] // Экономика и предпринимательство. 2023. № 9 (158). С. 1192-1195. DOI: 10.34925/EIP.2023.158.09.231. EDN: EKMZPL.
5. Баврина А.П. Современные правила применения параметрических и непараметрических критериев в статистическом анализе медико-биологических данных // Медицинский альманах. 2021. № 1 (66). С. 64-73. EDN: IZXMBZ.
6. Баврина А.П., Борисов И.Б. Современные правила применения корреляционного анализа // Медицинский альманах. 2021. № 3 (68). С. 70-79. EDN: TPSSIX.
7. Баврина А.П. Современные правила использования методов описательной статистики в медико-биологических исследованиях // Медицинский альманах. 2020. № 2 (63). С. 95-105. EDN: UCXXIX.
8. Гильманов М.А., Борисова О.В. Понятие о корреляционном анализе: методы и приложения // Академическая публицистика. 2023. № 11-2. С. 94-97. EDN: EKNEVV.
9. Азиева Л.Д. Применение корреляционного анализа в Excel при решении практических задач // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 63-2. С. 11-15. DOI: 10.18411/lj-07-2020-24. EDN: WZYNSQ.
10. Белокурено Н.С. Корреляционно-регрессионный анализ издержек обращения // Передовые научные открытия: отечественный и зарубежный опыт: сборник материалов Международной научно-практической конференции. Кемерово: ООО «Западно-Сибирский научный центр», 2020. С. 131-134. EDN: GXVHWR.
11. Суханова С.Ф. Кормовая добавка Стимул для гусят // Птицеводство. 2012. № 5. С. 31-32. EDN: OZQTZR.
12. Суханова С.Ф., Азаубаева Г.С. Гематологические показатели гусынь и гусят-бройлеров, потреблявших Лив 52 Вет в составе комбикормов // Вестник Курганской ГСХА. 2016. № 4 (20). С. 60-69. EDN: XHUAWH.
13. Суханова С.Ф., Азаубаева Г.С. Продуктивность гусят-бройлеров при использовании кормовой добавки ЛИВ 52 ВЕТ // Вестник Курганской ГСХА. 2015. № 1 (13). С. 55-59. EDN: UJGXVB.
14. Суханова С.Ф., Махалов А.Г., Азаубаева Г.С. Интенсивность роста и мясная продуктивность гусят, потреблявших пробиотический препарат Лактобифадол // Вестник Курганской ГСХА. 2016. № 1 (17). С. 29-33. EDN: VXKLFT.
15. Гематология сельскохозяйственной птицы: монография / С.Ф. Суханова [и др.]. Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2017. 404 с. EDN: XQFPIT.
16. Биометрические методы в животноводстве: учебное пособие / С.Ф. Суханова [и др.]. Краснодар: Изд-во Кубанского ГАУ, 2017. 162 с. EDN: XQQDKH.
17. Суханова С.Ф., Азаубаева Г.С., Махалов А.Г. Планирование и организация эксперимента: учебное пособие. Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2015. 175 с. EDN: XTPNEL.
18. Суханова С.Ф. Использование естественной резистентности как биологического теста для совершенствования селекционной оценки гусей // Вестник Курганской ГСХА. 2017. № 4 (24). С. 62-69. EDN: YLUNXD.
19. Суханова С.Ф., Ярославцев Ф.В., Шевелева О.М. Продуктивные показатели молодняка гусей, потреблявших Витафлор // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 2. С. 65-70. DOI: 10.53859/02352451\_2022\_36\_2\_65. EDN: CWYTIN.
20. Суханова С.Ф., Ярославцев Ф.В. Мясная продуктивность и качество мяса молодняка гусей, потреблявшего пробиотическую кормовую добавку // Птицеводство. 2022. № 3. С. 30-34. DOI: 10.33845/0033-3239-2022-71-3-30-34. EDN: BRVTQS.

21. Суханова С.Ф., Гришин Е.А. Влияние различных дозировок добавки «Витамин» на продуктивность молодняка гусей // Вестник КрасГАУ. 2021. № 5 (170). С. 145-152. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-5-145-152. EDN: AKNKHZ.

22. Суханова С.Ф. Естественная резистентность птицы, потреблявшей пробиотические добавки на основе споровой биомассы бактерий *Bacillus subtilis*, микрокапсулированных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae boulardii*, бифидо- и лактобактерий (*B. adolescentis*, *L. Acidophilum*) // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 106. С. 412-417. DOI: 10.21515/1999-1703-106-412-417. EDN: IBVNUU.

23. Суханова С.Ф. Степень взаимосвязи между различными показателями у гусят-бройлеров, потреблявших кормовые добавки // Научное обеспечение инновационного развития агропромышленного комплекса регионов РФ: материалы международной научно-практической конференции. Лесниково: Изд-во Курганской ГСХА, 2018. С. 989-1003. EDN: YROPGC.

24. Суханова С.Ф., Лещук Т.Л. Корреляционная зависимость некоторых показателей у гусят-бройлеров, потреблявших различные кормовые добавки // Теория и практика современной аграрной науки: сборник национальной (Всероссийской) научной конференции. Новосибирск: ИЦ Новосибирского ГАУ «Золотой колос», 2018. С. 351-357.

### References

1. Eremenko O.V., Skripkina E.V. Metodologii prognozirovaniya v sfere sel'skogo khozyaistva [Forecasting methodologies in agriculture]. *Vestnik NGIEI*. 2023; (10-149): 78-88. DOI: 10.24412/2227-9407-2023-10-78-88. EDN: ELKIYO. (In Russ).
2. Sukhanova S.F. Opredelenie vozdeistviya kormovogo faktora na pokazateli biologicheskikh sistem [Determination of the impact of the feed factor on the performance of biological systems]. Collection of articles based on the materials of the III All-Russian (national) scientific and practical conference «Current problems of ecology and environmental management». Kurgan: Kurganskaya GSKhA; 2019: 204-214. (In Russ).
3. Sukhanova S.F., Azaubaeva G.S., Leshchuk T.L. Stepen' vliyaniya vneshnikh faktorov na pokazateli funktsionirovaniya biologicheskikh sistem [The degree of influence of external factors on the performance indicators of biological systems]. *Vestnik Kurganskoj GSHA*. 2017; (2-22): 65-69. EDN: YTBEPV. (In Russ).
4. Pakhomova T.V. et al. Obrabotka statisticheskikh dannykh s pomoshch'yu korrelyatsionno-regressionnogo analiza [Processing statistical data using correlation and regression analysis]. *Journal of economy and entrepreneurship*. 2023; (9-158): 1192-1195. DOI: 10.34925/EIP.2023.158.09.231. EDN: EKMZPL. (In Russ).
5. Bavrina A.P. Sovremennye pravila primeneniya parametricheskikh i neparametricheskikh kriteriev v statisticheskom analize mediko-biologicheskikh dannykh [Modern rules for the application of parametric and non-parametric criteria in the statistical analysis of biomedical data]. *Medicinskij al'manah*. 2021; (1-66): 64-73. EDN: IZXMBZ. (In Russ).
6. Bavrina A.P., Borisov I.B. Sovremennye pravila primeneniya korrelyatsionnogo analiza [Modern rules for applying correlation analysis]. *Medicinskij al'manah*. 2021; (3-68): 70-79. EDN: TPSSIX. (In Russ).
7. Bavrina A.P. Sovremennye pravila ispol'zovaniya metodov opisatel'noi statistiki v mediko-biologicheskikh issledovaniyakh [Modern rules for using descriptive statistics methods in biomedical research]. *Medicinskij al'manah*. 2020; (2-63): 95-105. EDN: UCVXIX. (In Russ).
8. Gilmanov M.A., Borisova O.V. Ponyatie o korrelyatsionnom analize: metody i prilozheniya [The concept of correlation analysis: methods and applications]. *Akademicheskaya publitsistika*. 2023; (11-2): 94-97. EDN: EKNEWV. (In Russ).
9. Azieva L.D. Primenenie korrelyatsionnogo analiza v Excel pri reshenii prakticheskikh zadach [Application of correlation analysis in Excel when solving practical problems]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2020; (63-2): 11-15. DOI: 10.18411/lj-07-2020-24. EDN: WZYNSQ. (In Russ).
10. Belokurenko N.S. Korrelyatsionno-regressionnyi analiz izderzhek obrashcheniya [Correlation and regression analysis of distribution costs]. Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference «Advanced scientific discoveries: domestic and foreign experience». Kemerovo: OOO «Zapadno-Sibirskii nauchnyi tsentr»; 2020: 131-134. EDN: GXVHWR. (In Russ).
11. Sukhanova S.F. Kormovaya dobavka Stimul dlya gusyat [Feed additive Stimulus for goslings]. *Ptitsevodstvo*. 2012; (5): 31-32. EDN: OZQTZP. (In Russ).
12. Sukhanova S.F., Azaubaeva G.S. Gematologicheskie pokazateli gusyn' i gusyat-broilerov, potrebyavshikh Liv 52 Vet v sostave kombikormov [Hematological parameters of geese and broiler goslings consuming Liv 52 Vet as part of mixed feed]. *Vestnik Kurganskoj GSHA*. 2016; (4-20): 60-69. EDN: XHUAWH. (In Russ).

13. Sukhanova S.F., Azaubaeva G.S. Produktivnost' gusyat-broilerov pri ispol'zovanii kormovoi dobavki LIV 52 VET [Productivity of broiler goslings using the feed additive LIV 52 VET]. *Vestnik Kurganskoy GSHA*. 2015; (1-13): 55-59. EDN: UJKGXB. (In Russ).

14. Sukhanova S.F., Makhalov A.G., Azaubaeva G.S. Intensivnost' rosta i myasnaya produktivnost' gusyat, potrebyavshikh probioticheskii preparat Laktobifadol [Growth intensity and meat productivity of goslings consuming the probiotic drug Lactobifadol]. *Vestnik Kurganskoy GSHA*. 2016; (1-17): 29-33. EDN: VXKLFT. (In Russ).

15. Sukhanova S.F. et al. *Gematologiya sel'skokhozyaistvennoi ptitsy: monografiya* [Hematology of poultry: monograph]. Kurgan: Kurganskaya GSKhA; 2017: 404. EDN: XQFPIT. (In Russ).

16. Sukhanova S.F. et al. *Biometricheskie metody v zhivotnovodstve: uchebnoe posobie* [Biometric methods in animal husbandry: a tutorial]. Krasnodar: Kubanskii GAU; 2017: 162. EDN: XQQDKH. (In Russ).

17. Sukhanova S.F., Azaubaeva G.S., Makhalov A.G. *Planirovanie i organizatsiya eksperimenta: uchebnoe posobie* [Planning and organizing an experiment: tutorial]. Kurgan: Kurganskaya GSKhA; 2015: 175. EDN: XTPNEL. (In Russ).

18. Sukhanova S.F. Ispol'zovanie estestvennoi rezistentnosti kak biologicheskogo testa dlya sovershenstvovaniya selektsionnoi otsenki gusei [Using natural resistance as a biological test to improve breeding evaluation of geese]. *Vestnik Kurganskoy GSHA*. 2017; (4-24): 62-69. EDN: YLUHDX. (In Russ).

19. Sukhanova S.F., Yaroslavtsev F.V., Sheveleva O.M. Produktivnye pokazateli molodnyaka gusei, potrebyavshikh Vitaflor [Productive indicators of young geese consuming Vitaflor]. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2022; (36-2): 65-70. DOI: 10.53859/02352451\_2022\_36\_2\_65. EDN: CWYTIN. (In Russ).

20. Sukhanova S.F., Yaroslavtsev F.V. Myasnaya produktivnost' i kachestvo myasa molodnyaka gusei, potrebyavshogo probioticheskuyu kormovuyu dobavku [Meat productivity and quality of meat of young geese consuming a probiotic feed additive]. *Ptitsevodstvo*. 2022; (3): 30-34. DOI: 10.33845/0033-3239-2022-71-3-30-34. EDN: BRVTSQ. (In Russ).

21. Sukhanova S.F., Grishin E.A. Vliyanie razlichnykh dozirovok dobavki «Vitaminin» na produktivnost' molodnyaka gusei [The influence of different dosages of the Vitaminin supplement on the productivity of young geese]. *The Bulletin of KrasGAU*. 2021; (5-170): 145-152.

DOI: 10.36718/1819-4036-2021-5-145-152. EDN: AKNKHZ. (In Russ).

22. Sukhanova S.F. Estestvennaya rezistentnost' ptitsy, potrebyavshei probioticheskie dobavki na osnove sporovoi biomassy bakterii *Bacillus subtilis*, mikroapsulirovannykh drozhzhei *Saccharomyces cerevisiae* boulardii, bifido- i laktobakterii (*B. adolescentis*, *L. acidophilum*) [Natural resistance of poultry that consumed probiotic supplements based on spore biomass of bacteria *Bacillus subtilis*, microencapsulated yeast *Saccharomyces cerevisiae* boulardii, bifidobacteria and lactobacilli (*B. adolescentis*, *L. acidophilum*)]. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2023; (106): 412-417. DOI: 10.21515/1999-1703-106-412-417. EDN: IBVNU. (In Russ).

23. Sukhanova S.F. Stepen' vzaimosvyazi mezhdu razlichnymi pokazatelyami u gusyat-broilerov, potrebyavshikh kormovye dobavki [The degree of relationship between various indicators in broiler goslings consuming feed additives]. Materials of the international scientific and practical conference «Scientific support of innovative development of the agro-industrial complex of the regions of the Russian Federation». Lesnikovo: Kurganskaya GSKhA; 2018: 989-1003. EDN: YROPGC. (In Russ).

24. Sukhanova S.F., Leshchuk T.L. Korrelyatsionnaya zavisimost' nekotorykh pokazatelei u gusyat-broilerov, potrebyavshikh razlichnye kormovye dobavki [Correlation dependence of some indicators in broiler goslings consuming various feed additives]. Collection of the national (All-Russian) scientific conference «Theory and practice of modern agricultural science». Novosibirsk: Novosibirskii GAU; 2018: 351-357. (In Russ).

#### Информация об авторах

С.Ф. Суханова – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; AuthorID 149859.

#### Information about the author

S.F. Sukhanova – Doctor of Agricultural Sciences, Professor; AuthorID 149859.

Статья поступила в редакцию 09.01.2024; одобрена после рецензирования 16.02.2024; принята к публикации 19.03.2024.

The article was submitted 09.01.2024; approved after reviewing 16.02.2024; accepted for publication 19.03.2024.

Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 52–57  
Vestnik Kurganskoj GSNA. 2024; (1-49): 52–57

### Научная статья

УДК 636.294:636.03

Код ВАК 4.2.4

EDN: VRGJSF

## МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЛЕНЕЙ ЛЕСОТУНДРОВОЙ ЗОНЫ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Ольга Михайловна Шевелёва<sup>1</sup>, Надир Бююкагаевич Гаджиев<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

<sup>1</sup> [olgasheveleva@mail.ru](mailto:olgasheveleva@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1940-3964>

<sup>2</sup> [spk-vp@mail.ru](mailto:spk-vp@mail.ru)

**Аннотация.** Целью исследования являлось изучение мясной продуктивности оленей, разводимых в лесотундровой зоне Ямало-Ненецкого автономного округа (далее – ЯНАО). Мясная продуктивность оленей была изучена в ООО «Совхоз Верхне-Пуровский» ЯНАО. Объектом исследований служили олени ненецкой породы разных половозрастных групп. Для контрольного убоя были отобраны по три головы типичных животных разного пола в возрасте 6, 18 месяцев. Мясную продуктивность определяли при проведении контрольного убоя животных по методике ВАСХНИЛ, ВИЖ, ВНИМП (1977) [8]. Перед убоем определялась предубойная масса животных на площадочных весах. Полученные результаты были обработаны по методике Н. А. Плохинского (1970) [9]. В результате проведенных исследований установлено, что в возрасте 6 месяцев живая масса самцов была больше, чем у самок, на 4,1 кг (7,44 %), по величине убойной массы телёнка-самца были больше сверстниц на 2,7 кг (9,44 %). Живая масса оленей-самцов к 18 месяцам увеличилась на 54,4 кг (98,8 %) по сравнению с живой массой в возрасте 6 месяцев, а у самок – на 32,6 кг (64,0 %). В возрасте 30 месяцев от самцов получено на 9,38 кг ( $P \leq 0,001$ ) больше мышечной ткани, чем от самок. При сравнении аминокислотного состава мышечной ткани оленей разного возраста установлено, что в 6-месячном возрасте животные уступают 18-месячным с достоверной разницей ( $P \leq 0,001$ ) по содержанию лизина (42 %), гистидина (25 %), аргинина (34 %), метионина (50 %) и изолейцина (36 %). Исследования показали, что оптимальный возраст для убоя оленей – 18 месяцев и старше.

**Ключевые слова:** олени, ненецкая порода, мясная продуктивность, морфологический состав туш, химический и аминокислотный состав мяса.

**Для цитирования:** Шевелева О.М., Гаджиев Н.Б. Мясная продуктивность оленей лесотундровой зоны Ямало-Ненецкого автономного округа // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 52–57. EDN: VRGJSF.

### Scientific article

## MEAT PRODUCTIVITY OF DEER IN THE FOREST TUNDRA ZONE OF THE YAMALO-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT

Olga M. Sheveleva<sup>1</sup>, Nadir B. Gadzhiev<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tumen, Russia

<sup>1</sup> [olgasheveleva@mail.ru](mailto:olgasheveleva@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1940-3964>

<sup>2</sup> [spk-vp@mail.ru](mailto:spk-vp@mail.ru)

**Abstract.** The purpose of the research was to study the meat productivity of deer bred in the forest-tundra zone of the Yamalo-Nenets Autonomous District (hereinafter - the Yamalo-Nenets Autonomous District). The meat productivity of deer was studied at the ООО Verkhne-Purovskii State Farm (LLC) of the Yamalo-Nenets Autonomous District. The object of the research was Nenets deer of different age and gender groups. Three typical animals of different sexes aged 6, 18, and 30 months were selected for control slaughter. Meat productivity was determined during the control slaughter of the animals according to the VASKhNIL, VIZh [L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry], and VNIIMP method (1977) [8]. Before slaughter, the pre-slaughter weight of the animals was determined on the platform scales. The obtained results were processed according to the method of N.A. Plokhinsky (1970) [9]. As a result of the conducted studies, it was found that at the age of 6 months, the live weight of the males was 4.1 kg (7.44 %) higher than that of the females, and the male calves were 2.7 kg (9.44 %) heavier than their female peers in terms of slaughter weight. The live weight of the male deer increased by 54.4 kg (98.8 %) by 18 months compared with the live weight at the age of 6 months, and in the females by 32.6 kg (64.0 %). At the age of 30 months, males received 9.38 kg ( $P < 0.001$ ) more muscle tissue than females. When comparing the amino acid composition of the muscle tissue of the deer of different ages, it was found that, at 6 months of age, animals are inferior to 18-month-olds with a significant difference ( $P \leq 0.001$ ) in the content of lysine (42 %), histidine (25 %), arginine (34 %), methionine (50 %) and isoleucine (36 %). The studies have shown that the optimal age for slaughtering deer is 18 months and older.

**Keywords:** deer, Nenets breed, meat productivity, morphological composition of carcasses, chemical and amino acid composition of meat.

**For citation:** Sheveleva O.M., Gadzhiev N.B. Meat productivity of deer in the forest tundra zone of the Yamalo-Nenets autonomous district. Vestnik Kurganskoj GSNA. 2024; (1–49): 52–57. EDN: VRGJSF. (In Russ.)

**Введение.** Оленеводство относится к традиционным отраслям животноводства Крайнего Севера [1; 2]. Хозяйственное значение оленей заключается в источнике качественного мяса, шкур, а также в использовании оленей как транспортного средства. Кроме производства продукции животноводства, эта отрасль имеет социальное значение, она обеспечивает сохранение традиционного уклада коренного населения Ямало-Ненецкого автономного округа [3]. По количеству разводимых оленей Российская Федерация лидирует среди всех стран мира. Так, по данным А. А. Южакова, «более 70 % мирового поголовья северных оленей сосредоточено в 18 субъектах четырех федеральных округов РФ» [4]. Но в последние годы наблюдается тенденция к сокращению поголовья оленей. Основными причинами этого являются высокая себестоимость оленины и дефицит природных пастбищ для выпаса животных.

Наиболее важным видом продуктивности северных оленей является мясная. По мнению ряда авторов, оленина по своим питательным и биологическим свойствам относится к диетическим видам мяса [5]. Она хорошо усваивается организмом человека, содержит необходимые питательные вещества [6]. Большинство исследований по изучению мясной продуктивности оленей ненецкой породы проведено при изгородном их содержании в лесной зоне [7]. Актуальным является изучение мясной продуктивности оленей, разводимых в лесотундровой зоне ЯНАО.

Цель исследования – изучить мясную продуктивность северных оленей разных половозрастных групп, разводимых в лесотундровой зоне ЯНАО. Исходя из цели были сформулированы задачи исследований:

1 Установить мясную продуктивность оленей разного пола и возраста.

2 Определить аминокислотный состав мышечной ткани оленей разного возраста.

**Материалы и методы.** Исследования проведены в 2022 году на территории Пуровского района ЯНАО.

Объектом исследований послужили олени ненецкой породы разного возраста и пола. Контрольный убой животных проведен на убойном пункте ООО «Совхоз Верхне-Пуровский» ЯНАО. Мясную продуктивность оленей определяли по методике ВАСХНИЛ, ВИЖ, ВНИМП (1977) [8]. Средние пробы мяса-фарша анализировались в лаборатории Сибирского федерального научного центра агробiotехнологий РАН (г. Новосибирск). Для убоя отбирали животных в возрасте 6 и 18 месяцев. Контрольному убоя были подвергнуты олени-самцы и олени-самки в возрасте 6 и 18 месяцев, по 3 головы из каждой половозрастной группы. Перед контрольным убоем была определена живая масса,

а после убоя животных – убойная масса. На следующий день после убоя проведена обвалка туш, в отобранных средних пробах мяса-фарша был определен химический состав. В пробе длиннейшей мышцы спины оленей был определён аминокислотный состав, в возрасте 6, 18 и 30 месяцев.

Полученные результаты были обработаны по методике, описанной Н. А. Плохинским (1970) [9], с помощью операционной системы Windows XP и программного продукта Microsoft Office Excel.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты контрольного убоя оленей представлены в таблице 1. В полугодовалом возрасте у животных проявился половой диморфизм, это выразилось в том, что живая масса самцов была больше массы самок на 4,1 кг (7,44 %). По убойной массе телята-самцы превышали изучаемый показатель у сверстниц на 2,7 кг (9,44 %). По величине убойного выхода не обнаружено существенной разницы между телятами-самцами и телятами-самками.

К 18-месячному возрасту живая масса оленей-самцов увеличилась на 54,4 кг (98,8 %) по сравнению с предыдущим возрастным периодом, а у самок – соответственно на 32,6 кг (64,0 %). Отмечено увеличение убойной массы у самцов на 28 кг, а у самок – на 17,6 кг. Существенной разницы по величине убойного выхода в зависимости от пола не установлено. Полученные данные совпадают с полученными ранее результатами по изучению мясной продуктивности оленей, разводимых в тундровой зоне ЯНАО [10].

Морфологический состав туш, определяемый по соотношению в ней мышечной, жировой и костной тканей, с возрастом меняется. На характер роста основных тканей оказывают влияние генотипические и паратипические факторы, экстерьер животных [11]. Значительное влияние на морфологический состав туш оказывает возраст и пол животных [12]. Морфологический состав туш подопытных оленей представлен в таблице 2.

Исследованиями установлены некоторые различия в морфологическом составе туш оленей в зависимости от их половой принадлежности. Олени разного пола различались по составу туш. По количеству мышечной ткани олени-самцы в возрасте 6 месяцев превосходили оленей-самок на 1,82 кг (9,1 %), но при этом разница была статистически недостоверна. Небольшая разница была по количеству жировой, костной и хрящевой ткани. Но при этом разница между животными разного пола недостоверна. В результате существенной разницы в морфологическом составе туш между животными разного пола не установлено. Количество мышечной ткани от массы охлажденной туши у оленей-самцов составило 69,97 %, у самок –

70,2 %, сухожилий – 8,35 % у самцов и 8,45 % у самок, жировой ткани соответственно – 4,45 и 4,41%, костей и хрящей – 17,26 и 16,94 % соответственно.

После анализа различий между самцами и самками в возрасте 18 месяцев по показателям морфологического состава туш установлена достоверная разница в количестве мышечной ткани, полученной при убое самцов-олений. Так, от самцов получено на 9,38 кг ( $P \geq 0,999$ ) больше мышечной ткани, чем от самок. Несмотря на то, что по остальным показателям морфологического состава туш преимущество на стороне самцов, но разница между показателями самцов и самок не достоверна.

После анализа морфологического состава туш в процентном отношении от массы охлажденной туши установлено, что в тушах самок больше мышечной ткани на 0,86 %, жировой – на 1,67, костной и хрящевой ткани – на 2,74 %, чем в тушах самцов.

Изменения в химическом составе туш, как правило, обусловлены возрастом и полом животных [13; 14]. Влага является основным компонентом туши животных. В средней пробе мяса содержание влаги у самцов было меньше на 0,43 % по сравнению с самками в возрасте 6 месяцев. В средней пробе мяса-фарша было достоверно

больше жира по сравнению с самками на 0,85 %. В возрасте 18 месяцев достоверной разницы в показателях химического состава не установлено (таблица 3). В мясе самцов больше влаги на 0,49 %, жира – на 0,8, золы – на 0,6, в то время как количество белка в мясе самок было больше на 1,28 %.

Поскольку химический состав мяса оленей с возрастом изменяется, идет накопление питательных веществ в тканях животного. Важнейшим показателем качества мяса является его аминокислотный состав. При сравнении аминокислотного состава мяса оленей разного возраста установлено, что в 6-месячном возрасте животные уступают 18-месячным с достоверной разницей ( $P \leq 0,001$ ) по содержанию лизина (42 %), гистидина (25 %), аргинина (34 %), метионина (50 %), изолейцина (36 %). По количеству незаменимых аминокислот (треонина, валина, лейцина, фенилаланина) разница не превышала пределов случайных величин. По сумме незаменимых аминокислот мясо 18-месячных оленей превосходит 6- и 30-месячных животных соответственно на 17,8 и 36,3 %; по сумме заменимых – соответственно на 10,2 и 62,5 %. Аминокислотный индекс мяса с возрастом животных изменялся незначительно.

Таблица 1 – Результаты контрольного убоя оленей

Показатель	Телята в возрасте			
	6 месяцев		18 месяцев	
	самцы	самки	самцы	самки
Предубойная масса, кг	55,10±1,06	51,04±1,73	109,50±2,12	83,72±2,10
Убойная масса, кг	28,60±1,13	25,90±1,15	56,61±1,54	43,53±1,87
Убойный выход, %	51,81	50,72	51,68	51,99

Таблица 2 – Морфологический состав туш оленей, кг ( $M \pm m$ )

Показатель	Возраст животных			
	6 месяцев		18 месяцев	
	самцы	самки	самцы	самки
Масса охлажденной туши	28,50±1,12	25,75±1,12	55,50±1,48	42,68±1,87
Масса мышц	19,90±1,12	18,08±2,02	39,94±1,25	30,56±1,15***
Масса жира	1,27±0,15	1,14±0,10	3,35±0,21	2,59±0,13
Масса сухожилий	2,38±0,02	2,18±0,91	3,93±0,14	3,47±0,89
Масса костей и хрящей	4,93±0,15	4,36±0,25	8,91±0,16	6,06±1,15

Примечание. Здесь и далее \*\* $P > 0,99$ ; \*\*\* $P > 0,999$ .

Таблица 3 – Химический состав мяса, %

Показатель	Возраст животных			
	6 месяцев		18 месяцев	
	самцы	самки	самцы	самки
Влага	73,79±2,15	74,22±0,89	72,07±1,51	71,58±1,10
Сухое вещество	26,21±2,03	25,78±1,11	27,93±1,41	28,42±0,98
в т.ч. белок	20,79±0,89	21,20±1,57	20,28±1,03	21,56±1,12
жир	4,39±0,11	3,54±0,14**	6,59±0,15	5,79±0,24
зола	1,03±0,01	1,04±0,01	1,06±0,03	1,00±0,02



Известно, что в мясе животных белки саркоплазмы и миофибрилл имеют в своем составе незаменимые аминокислоты и не содержат аминокислоту оксипролин. Белки соединительной ткани (коллаген, эластин, ретикулин) неполноценны по аминокислотному составу и не содержат аминокислоту триптофан. Следовательно, по соотношению содержания триптофана и оксипролина, которое называется белковый качественный показатель (БКП), можно судить о биологической ценности белков мяса. У оленей в возрасте 6 месяцев содержание триптофана было значительно выше, чем у 18-месячных животных, однако БКП у последних заметно увеличился из-за снижения процентного содержания оксипролина. Отсутствие в научной литературе данных о соотношении содержания триптофана и оксипролина не позволяет провести сравнительный анализ между разновозрастными группами животных. Ряд авторов отмечают, что максимальный БКП наблюдается у 1,5-годовалых оленей и в значительной мере связан с упитанностью животных [15; 16].

Таким образом, мясо оленей, подвергнутых убою в возрасте 18 месяцев, обладает более высокой биологической ценностью благодаря более высокому содержанию в нем жира, аминокислот, БКП.

В связи с низким содержанием обменной энергии и оксипролина оленина может использоваться в качестве диетического мяса. Для производства качественного мяса при массовой промышленной

заготовке оленины следует проводить убой животных в возрасте 18 месяцев.

Аминокислотный состав мяса оленей разного возраста представлен в таблице 4.

Полученные данные подтверждаются проведенными ранее исследованиями на оленях, проводимых в тундровой зоне ЯНАО [17–19].

В этническом оленеводстве ранний убой молодняка проводится для получения качественных шкур, используемых для пошива одежды. Для получения оленины животных начинают убивать как правило с 1,5-летнего возраста, получая полноценную мясную продукцию.

**Заключение.** Убой оленей-самцов и оленей-самок в возрасте 18 месяцев позволяет получить качественные товарные туши. Убойная масса оленей-самцов в возрасте 18 месяцев составила 56,61 кг, а самок – 43,53 кг.

Пол животных оказывает влияние на морфологический состав туш оленей: установлена достоверная разница в количестве мышечной ткани. Так, от самцов получено на 9,38 кг ( $P \leq 0,001$ ) больше мышечной ткани, чем от самок. Сравнительный анализ показал, что мясо 18-месячных оленей превосходит по содержанию жира, аминокислот, БКП мясо оленей, убитых в возрасте 6 месяцев.

Проведенными исследованиями не установлено достоверной разницы в химическом составе мяса самцов и самок.

Таблица 4 – Аминокислотный состав мяса оленей в различные возрастные периоды

Аминокислота	Возраст оленей		
	6 месяцев	18 месяцев	30 месяцев
Лизин	1,64±0,05	2,33±0,12	0,85±0,10
Гистидин	0,84±0,01	1,05±0,05	0,91±0,13
Аргинин	1,32±0,06	1,77±0,04	1,85±0,44
Треонин	0,94±0,01	0,91±0,02	0,79±0,26
Валин	0,93±0,01	0,87±0,05	0,48±0,07
Метеонин	0,14±0,01	0,21±0,02	-
Изолейцин	0,89±0,02	1,21±0,04	-
Лейцин	1,64±0,02	1,67±0,06	1,27±0,19
Фенилаланин	0,87±0,02	0,83±0,03	0,76±0,06
Сумма незаменимых аминокислот	9,21±0,02	10,85±0,05	6,91±0,05
Аспаргиновая кислота	1,75±0,03	1,79±0,08	1,81±0,64
Серин	0,81±0,02	0,76±0,02	0,42±0,17
Глутаминовая кислота	2,73±0,05	3,81±0,02	0,98±0,25
Глицин	0,84±0,01	0,78±0,02	0,82±0,11
Аланин	1,17±0,01	1,12±0,02	1,32±0,06
Тирозин	0,81±0,02	0,72±0,03	0,71±0,10
Пролин	0,83±0,02	0,87±0,02	-
Сумма заменимых аминокислот	8,94	9,85	6,06
Аминокислотный индекс	1,03	1,10	1,14
Триптофан	247,7±11,40	146,8±2,60	155,2±3,00
Оксипролин	23,4±1,40	9,3±1,10	11,3±0,90
БКП	11,8±0,50	17,0±2,40	14,6±0,50

При анализе аминокислотного состава длиннейшей мышцы спины оленей разного возраста установлено, что в 6-месячном возрасте животные уступают 18-месячным с достоверной разницей ( $P \geq 0,999$ ) по содержанию лизина (42 %), гистидина (25 %), аргинина (34 %), метионина (50 %) и изолейцина (36 %). По сумме незаменимых аминокислот в образцах длиннейшей мышцы 18-месячных оленей установлено превосходство 6- и 30-месячных животных соответственно на 17,8 и 36,3 %; по сумме заменимых аминокислот – соответственно на 10,2 и 62,5 %. Аминокислотный индекс с возрастом изменялся незначительно.

На основании полученных данных рекомендуется проводить убой оленей в возрасте 18 месяцев.

### Список источников

1. Лукин Ю.Ф. Обеспечение безопасности и устойчивого развития Арктического региона, сохранение экосистем и традиционного образа жизни коренного населения Арктики // *Арктика и Север*. 2015. № 21. С. 190-197. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2015.21.190.
2. Генетическая характеристика региональных популяций ненецкой породы северного оленя (*Rangifer tarandus*) / Т.Е. Денискова [и др.] // *Сельскохозяйственная биология*. 2018. Т. 53. № 6. С. 1152-1161.
3. Роль оленины в питании коренного населения Севера / Н.С. Роббек [и др.] // *Аграрный вестник Урала*. 2015. № 9 (139). С. 25-29.
4. Южаков А.А. Породный состав и проблемы селекции домашних северных оленей // *Генетика и разведение животных*. 2018. № 1. С. 96-101. DOI: 10.31043/2410-2733-2018-1-96-101.
5. Южаков А.А. Возрастные изменения пищевой ценности мяса домашних северных оленей // *Генетика и разведение животных*. 2018. № 2. С. 129-134. DOI: 10.31043/2410-2733-2018-2-129-134.
6. Результаты комплексных исследований по созданию племенного оленеводства на Полярном Урале (итоги работы и перспективы) / К.А. Лайшев [и др.] // *Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа*. 2019. № 1 (102). С. 21-30.
7. Особенности организации изгородного содержания северных оленей в лесной зоне Тюменского Севера / А.А. Южаков [и др.] // *Аграрный вестник Урала*. 2023. Т. 23. № 10. С. 103-113. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-103-113.
8. Методические рекомендации по изучению мясной продуктивности и качества мяса крупного рогатого скота. Дубровицы: ВАСХНИЛ, ВИЖ, ВНИИМП, 1977. 53 с.
9. Плохинский Н.А. Биометрия: учебное пособие. 2-е изд. М.: Изд-во Московского университета, 1970. 367 с.
10. Бахарев А.А., Шевелёва О.М. Динамика продуктивных качеств оленей ненецкой породы // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2023. № 4 (102). С. 299-303.
11. Фирсова Э.В. Оценка изменений экстерьерных показателей самок северных оленей ненецкой породы Мурманской области // *Достижения науки и техники АПК*. 2023. Т. 37. № 2. С. 51-56.
12. Елисеева Л.И., Лосорова Ю.Е., Надиров Ш.Х. Изучение технологии низкотемпературного консервирования костного сырья северных оленей // *Вестник КрасГАУ*. 2023. № 2. С. 205-209. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-205-209.
13. Южаков А.А., Лайшев К.А., Забродин В.А. Влияние наследственных и паратипических факторов на мясную продуктивность домашних северных оленей // *Аграрный вестник Урала*. 2020. № 11 (202). С. 93-100. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-202-11-93-100.
14. Южаков А.А., Лайшев К.А., Тюкалов Ю.А. Мясо северных оленей разного возраста // *Все о мясе*. 2021. № 2. С. 28-31.
15. Южаков А.А., Лайшев К.А. Особенности роста и формирование телосложения северных оленей ненецкой породы // *Международный вестник ветеринарии*. 2022. № 2. С. 104-111.
16. Южаков А.А., Лайшев К.А., Мухачев А.Д. Весовой и линейный рост скелета домашних северных оленей ненецкой породы // *Международный вестник ветеринарии*. 2023. № 3. С. 224-236.
17. Южаков А.А. Возрастные изменения пищевой ценности мяса домашних северных оленей // *Сбережение коренного населения в арктической зоне РФ в условиях трансформации образа жизни и изменения климата: сборник трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. Архангельск: Изд-во Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, 2018. С. 152-160.
18. Шевелёва О.М., Гаджиев Н.Б. Показатели весового роста ненецкой породы в лесотундровой зоне Ямала // *Вестник Курганской ГСХА*. 2023. № 4. С. 50-55.
19. Лайшев К.А., Южаков А.А., Мухачев А.Д. Морфологические и биохимические показатели мяса и субпродуктов северных оленей // *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2022. № 94. С. 220-228.

### References

1. Lukin Yu.F. Obespechenie bezopasnosti i ustoychivogo razvitiya Arkticheskogo regiona, sokhranenie ekosistem i traditsionnogo obraza zhizni korenogo naseleniya Arktiki [Ensuring the security and sustainable development of the Arctic region, preserving ecosystems and the traditional way of life of the indigenous population of the Arctic]. *Arctic and North*. 2015; (21): 190-197. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2015.21.190. (In Russ).
2. Deniskova T.E. et al. Geneticheskaya kharakteristika regional'nykh populyatsii nenetskoj porody severnogo olenya (*Rangifer tarandus*) [Genetic characteristics of regional populations of the Nenets rein-

deer breed (*Rangifer tarandus*)). *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*. 2018; (53-6): 1152-1161. (In Russ).

3. Robbeck N.S. et al. Rol' oleniny v pitanii korenogo naseleniya Severa [The role of venison in the diet of the indigenous population of the North]. *Agricultural Bulletin of the Ural*. 2015; (9-139): 25-29. (In Russ).

4. Yuzhakov A.A. Porodnyi sostav i problemy selektsii domashnikh severnykh oleney [Breed composition and selection problems of domestic reindeer]. *Genetics and breeding of animals*. 2018; (1): 96-101. DOI: 10.31043/2410-2733-2018-1-96-101. (In Russ).

5. Yuzhakov A.A. Vozrastnye izmeneniya pishchevoi tsennosti myasa domashnikh severnykh oleney [Age-related changes in the nutritional value of domestic reindeer meat]. *Genetics and breeding of animals*. 2018; (2): 129-134. DOI: 10.31043/2410-2733-2018-2-129-134. (In Russ).

6. Laishev K.A. et al. Rezul'taty kompleksnykh issledovaniy po sozdaniyu plemennogo olenevodstva na Polyarnom Urale (itogi raboty i perspektivy) [Results of comprehensive research on the creation of pedigree reindeer husbandry in the Polar Urals (results of work and prospects)]. *Nauchnyy vestnik Åmallo-Neneckogo avtonomnogo okruga*. 2019; (1-102): 21-30. (In Russ).

7. Yuzhakov A.A. et al. Osobennosti organizatsii izgorodnogo soderzhaniya severnykh oleney v lesnoy zone Tyumenskogo Severa [Features of the organization of fence keeping of reindeer in the forest zone of the Tyumen North]. *Agricultural Bulletin of the Ural*. 2023; (23-10): 103-113. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-23-10-103-113. (In Russ).

8. Metodicheskie rekomendatsii po izucheniyu myasnoi produktivnosti i kachestva myasa krupnogo rogatogo skota [Methodological recommendations for studying meat productivity and quality of cattle meat]. Dubrovitsy: VASKhNIL, VIZh, VNIIMP; 1977. (In Russ).

9. Plokhinsky N.A. Biometriya: uchebnoe posobie [Biometrics: tutorial]. M.: Moskovskii universitet; 1970.

10. Bakharev A.A., Sheveleva O.M. Dinamika produktivnykh kachestv oleney nenetskoj porody [Dynamics of productive qualities of Nenets reindeer breed]. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2023; (4-102): 299-303. (In Russ).

11. Firsova E.V. Otsenka izmenenii ekster'ernykh pokazatelei samok severnykh oleney nenetskoj porody Murmanskoy oblasti [Assessment of changes in exterior characteristics of female reindeer of the Nenets breed in the Murmansk region]. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2023; (37-2): 51-56. (In Russ).

12. Eliseeva L.I., Losorova Yu.E., Nadirov Sh.Kh. Izuchenie tekhnologii nizkotemperaturnogo konservirovaniya kostnogo syr'ya severnykh oleney [Studying the technology of low-temperature preservation of reindeer bone raw materials]. *The Bulletin of KrasGAU*. 2023; (2): 205-209. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-205-209. (In Russ).

13. Yuzhakov A.A., Laishev K.A., Zabrodin V.A. Vliyaniye nasledstvennykh i paratipicheskikh faktorov

na myasnuyu produktivnost' domashnikh severnykh oleney [The influence of hereditary and paratypic factors on the meat productivity of domestic reindeer]. *Agricultural Bulletin of the Ural*. 2020; (11-202): 93-100. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-202-11-93-100. (In Russ).

14. Yuzhakov A.A., Laishev K.A., Tyukalov Yu.A. Myaso severnykh oleney raznogo vozrasta [Reindeer meat of different ages]. *Vsyo o myase*. 2021; (2): 28-31. (In Russ).

15. Yuzhakov A.A., Laishev K.A. Osobennosti rosta i formirovaniye teloslozheniya severnykh oleney nenetskoj porody [Peculiarities of growth and formation of the physique of reindeer of the Nenets breed]. *International bulletin of veterinary medicine*. 2022; (2): 104-111. (In Russ).

16. Yuzhakov A.A., Laishev K.A., Mukhachev A.D. Vesovoi i lineinyi rost skeleta domashnikh severnykh oleney nenetskoj porody [Weight and linear growth of the skeleton of domestic reindeer of the Nenets breed]. *International bulletin of veterinary medicine*. 2023; (3): 224-236. (In Russ).

17. Yuzhakov A.A. Vozrastnye izmeneniya pishchevoi tsennosti myasa domashnikh severnykh oleney [Age-related changes in the nutritional value of domestic reindeer meat]. Collection of works based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation «Saving the indigenous population in the Arctic zone of the Russian Federation in the conditions of lifestyle transformation and climate change». Arkhangel'sk: Severnyi (Arkticheskii) federal'nyi universitet im. M.V. Lomonosova; 2018: 152-160. (In Russ).

18. Sheveleva O.M., Gadzhiev N.B. Pokazately vesovogo rosta nenetskoj porody v lesotundrovoi zone Yamala [Weight and linear growth indicators of nenets reindeer in the forest tundra zone of Yamal]. *Vestnik Kurganskoy GSHA*. 2023; (4-48): 50-55. EDN: DTGDSL. (In Russ).

19. Laishev K.A., Yuzhakov A.A., Mukhachev A.D. Morfologicheskie i biokhimicheskie pokazately myasa i subproduktov severnykh oleney [Morphological and biochemical parameters of meat and offal of reindeer]. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2022; (94): 220-228. (In Russ).

#### Информация об авторах

О.М. Шевелева – доктор сельскохозяйственных наук, профессор; AuthorID 646056.

Н.Б. Гаджиев – соискатель; AuthorID 1226874.

#### Information about the author

O.M. Sheveleva – Doctor of Agricultural Sciences, Professor; AuthorID 646056.

N.B. Gadzhiev – applicant; AuthorID 1226874.

Статья поступила в редакцию 27.01.2024; одобрена после рецензирования 01.03.2024; принята к публикации 19.03.2024.

The article was submitted 27.01.2024; approved after reviewing 01.03.2024; accepted for publication 19.03.2024.

Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 58–68  
Vestnik Kurganskoj GSXA. 2024; (1-49): 58–68

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

## Научная статья

УДК 62-66:631.95

Код ВАК 4.3.1

EDN: YMYHZC

ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ МНОГОТОННАЖНЫХ ОТХОДОВ  
ПТИЦЕВОДЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Булат Гусманович Зиганшин<sup>1✉</sup>, Наиль Насихович Фахреев<sup>2</sup>,  
Ильнур Хамзович Гайфуллин<sup>3</sup>, Борис Литта Иванов<sup>4</sup>, Артем Вячеславович Шорников<sup>5</sup>  
<sup>1, 3, 4, 5</sup> Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup> Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия

<sup>1</sup> zigan66@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-8250-9403>

<sup>2</sup> fakhreevnn@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0975-1682>

<sup>3</sup> ilnur.gai@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9786-5227>

<sup>4</sup> littab@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9080-5520>

<sup>5</sup> artemshornikov1@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-4558-8214>

**Аннотация.** Целью исследований является выявление недостатков технологической схемы термической утилизации отходов птицеводства и расширение возможностей использования энергетического потенциала топливного газа и его эксергетической составляющей. Технологическая линия утилизации отходов птицеводства подвергается декомпозиции методом построения графов. Уравнения балансов (материальных и энергетических) как инструмент научных исследований использовались для определения источников низкопотенциальной энергии. Проанализировав открытые источники, выявили крупные центры образования отходов, тем самым обозначив их как центры внедрения наилучших инженерных решений по утилизации отходов, т. е. в данных районах предлагается размещение установок по термической утилизации помета птицы с получением топливного газа. Данные центры реализуют кустовой метод сбора и утилизации отходов. Проведя декомпозицию технологической схемы газификационной установки, выявили пути повышения энергетической эффективности, а именно использование части топливного газа на собственные нужды, а также отбор низкопотенциального тепла с помощью тепловых насосов для предварительного подсушивания исходного сырья. Определенный состав золы, достигающий 10–20 % от общей массы сырья, пригоден в качестве минерального удобрения. Решением транспортной задачи получены оптимальные логистические маршруты для доставки данного продукта до потребителей в границах региона. Выявленный избыток возможен к реализации на внешнем рынке минеральных удобрений. Газификационные установки позволяют снизить объем отхода до 80–90 % в зависимости от исходной влажности. При анализе внутренних связей в газификационной установке выявлены потенциальные возможности оптимизации по приходной части баланса, а именно по расходу энергоресурсов на собственные нужды. В частности, использование части топливного газа на подогрев установки и выработку пара, а также использование низкопотенциального тепла конденсата в тепловых насосах. В дополнение получаемая зола, в составе которой преобладают фосфор и калий, пригодна для внесения на сельскохозяйственные поля.

**Ключевые слова:** птицеводство, отходы, утилизация, топливный газ.

**Для цитирования:** Зиганшин Б.Г., Фахреев Н.Н., Гайфуллин И.Х., Иванов Б.Л., Шорников А.В. Технология утилизации многотоннажных отходов птицеводческой отрасли // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 58–68. EDN: YMYHZC.

## Scientific article

TECHNOLOGY OF HEAVY-TONNAGE WASTE RECYCLING OF IN THE POULTRY  
INDUSTRY

Bulat G. Ziganshin<sup>1✉</sup>, Nail N. Fakhreev<sup>2</sup>, Ilnur Kh. Gaifullin<sup>3</sup>, Boris L. Ivanov<sup>4</sup>, Artem V. Shornikov<sup>5</sup>  
<sup>1, 3, 4, 5</sup> Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

<sup>2</sup> Kazan State Energy University, Kazan, Russia

<sup>1</sup> zigan66@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0002-8250-9403>

<sup>2</sup> fakhreevnn@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0975-1682>

<sup>3</sup> ilnur.gai@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9786-5227>

<sup>4</sup> littab@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9080-5520>

<sup>5</sup> artemshornikov1@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-4558-8214>

**Abstract.** The purpose of the research is to identify the shortcomings of the technological scheme of thermal disposal of poultry waste and to expand the possibilities of using the energy potential of power gas and its exergetic component. The technological line for poultry waste disposal is decomposed using the graph construction method. The equations of balances (material and energy), as a tool of scientific research, were used to determine the sources of low-potential energy. After analyzing the open sources, large waste production centers were identified, thereby designating them as the centers for implementing the best engineering solutions for waste disposal, i.e. in these areas it is proposed to place the equipment for poultry manure thermal disposal to produce power gas. These centers implement a clustering technique of waste collection and disposal. Having carried out the decomposition of the gasification plant technological scheme, the ways to increase energy efficiency were identified, namely, partial application of the power gas for in-house needs, as well as the selection of low-potential heat using heat pumps for pre-drying of the feedstock. A certain ash composition, reaching 10-20% of the total weight of the raw material, is suitable as a mineral fertilizer. By solving the transport problem, optimal logistics routes have been obtained to deliver this product to consumers within the borders of the region. The identified excess is possible for sale on the foreign market of mineral fertilizers. Gasification plants can reduce the volume of waste up to 80-90%, depending on the initial humidity. When analyzing the internal relations in the gasification plant, potential optimization possibilities for the incoming part of the balance, namely, the consumption of energy resources for in-house needs, were identified. In particular, partial application of the power gas for heating the unit and generating steam, as well as using low-potential condensate heat in heat pumps. In addition, the resulting ash, which is dominated with phosphorus and potassium, is suitable for using it at agricultural fields.

**Keywords:** poultry farming, waste, recycling, power gas.

**For citation:** Ziganshin B.G., Fakhreev N.N., Gaifullin I.Kh., Ivanov B.L., Shornikov A.V. Technology of heavy-tonnage waste recycling of in the poultry industry. Vestnik Kurganskoj GSHA. 2024; (1–49): 58–68. EDN: YMYHZC. (In Russ).

**Введение.** В связи с динамичным развитием отечественного агропромышленного комплекса увеличивается объём отходов, что подтверждает необходимость акцентировать внимание на научно-технические достижения в их переработке для птицеводческой отрасли [1].

К отходам птицеводства относятся отходы жизнедеятельности сельскохозяйственной птицы, а именно помет. Помет на птицеводческих предприятиях образуется бесподстилочный (при выращивании птицы в клетках) и подстилочный (при выращивании напольно).

Научному обществу необходимо предложить и обосновать такие перспективные инженерные решения по утилизации отходов, которые содействовали бы сельхозпредприятиям в реализации основных целей Указа Президента Российской Федерации от 21.07.2016 г. «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» и основных задач Постановления Правительства от 25.07.2017 г. «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2030 годы», в частности разработки и оптимизации технологий переработки отходов производства, а также разработки и оптимизации технологий энерго- и ресурсосбережения.

Для достижения поставленных целей необходимо решить следующие задачи: 1) установить актуальность внедрения в технологическую схему утилизации отходов птицеводства газификационной установки; 2) выявить внутренние связи между технологическими устройствами газификационной установки методом графов; 3) представить варианты усовершенствования технологической схемы газификационной установки, учитывающие исходящие связи и эксергетические показатели получаемого продукта; 4) дополнить технологический регламент переработки отходов путем реализации золы в качестве минерального удобрения на сельскохозяйственные поля.

Технологии утилизации отходов термическим способом (газификационные установки) решают проблему рационального природопользования в регионах с учётом энергетических аспектов использования отходов птицеводства в качестве альтернативного топлива с одновременной ликвидацией помётохранилищ [1].

Итоги сельскохозяйственной переписи дают понимание о количественной характеристике предприятий по хозяйствам всех категорий, например, в Приволжском федеральном округе (ПФО) (рисунок 1), являющихся потенциальными объектами внедрения перспективных инженерных решений [2].

Проанализировав карту региона, приходим к выводу, что крупные птицеводческие предприятия практически равноудалены друг от друга.

Обратив внимание на основные положения социально-экономического развития региона приходим к заключению, что Лаишевский, Тукаевский и Лениногорский муниципальные районы Республики Татарстан, в которых располагаются крупные птицеводческие предприятия, совпадают с крупными центрами развития. При этом сбор отходов от малых предприятий предполагается кустовым методом ввиду того, что внедрение наилучших инженерных решений требует финансовых вложений, дополнительных трудозатрат по согласованию с надзорными органами и достаточного количества сырья для бесперебойной работы внедряемых установок.

Дополнительным аргументом для обоснования внедрения технологий утилизации являются экологические платежи.

Для пояснения зададимся типовым предприятием по разведению птицы поголовьем 5000 голов. В первую очередь необходимо задаться структурой образования подстилочно-пометной массы (таблица 1).

Типовое птицеводческое предприятие состоит из двух блоков: выращивание молодняка и содержание взрослой птицы.

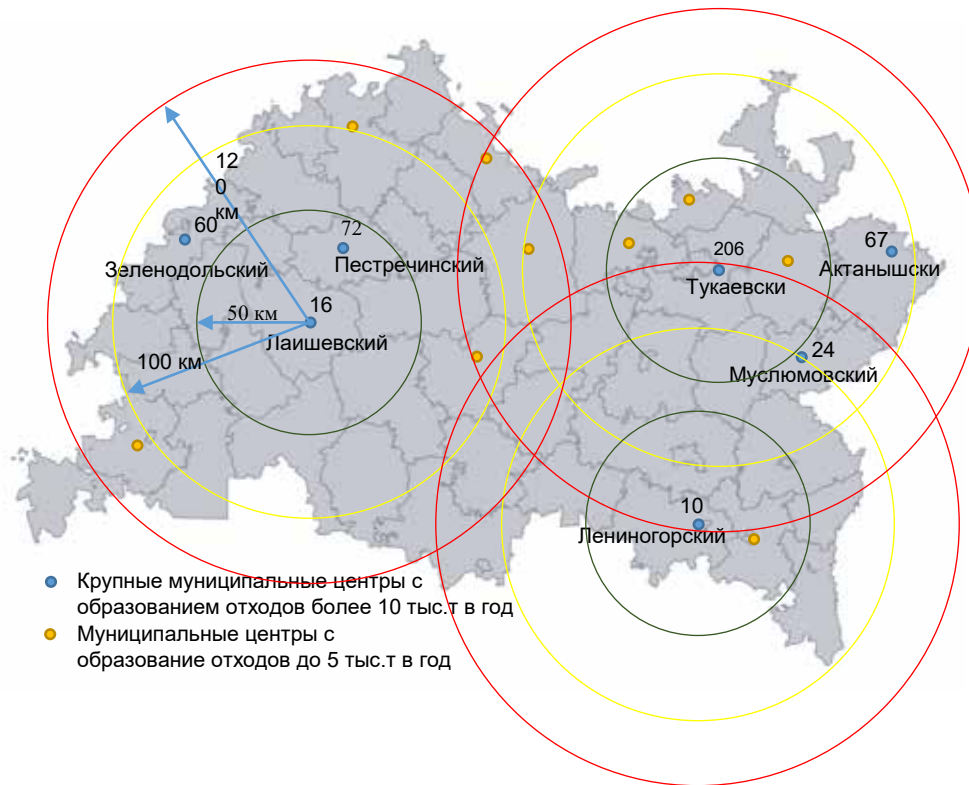


Рисунок 1 – Карта расположения птицеводческих предприятий с обозначением количества образования отходов (помета птицы)

Таблица 1 – Количество образующейся подстильно-помётной массы (ППМ)

Блок 1	Блок 2
Помёт, т/год	
706,86	126,72
Подстилка, т/год	
200	18
Количество образующегося ППМ из птицефабрики – 1 051,58 т/год	
Усушка помёта составляет 20 %	
Количество утилизируемой ППМ – 841,264 т/год	

С момента удаления птицы из птичника по достижении 237-дневного возраста и отправки на убой в птичнике остаётся 841 т помета за цикл [3].

Весь помёт реализовать в качестве удобрения не представляется возможным ввиду отсутствия на балансе предприятия сельскохозяйственных угодий. По данному сценарию на предприятие, согласно Федеральному закону «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ, накладываются экологические платежи за размещение отходов.

При этом платеж предприятия рассчитывается по формуле:

$$P = M \times C \times k \quad (1)$$

где  $M$  – масса образующихся отходов (т),

$C$  – ставка платы (руб./т),  $k$  – дополнительный коэффициент для расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду.

Дополнительный коэффициент для расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду устанавливается ежегодно Постановлением Правительства РФ от 20.03.2023 № 437 «О применении в 2023 году ставок платы за негативное воздействие на окружающую среду». На сегодняшний день действует коэффициент к ставке платы в размере 1,26.

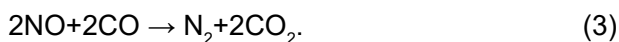
Помёт птицы относится в 3 классу опасности. Платежная база составляет 1327 руб./т, и с учетом дополнительного коэффициента 1,26 на 2023 год плата предприятия составит 1406 тыс. рублей в год. К внедрению принимается технология газификации.

фикации с получением топливного газа, в составе которого преобладает монооксид углерода и водород. Топливный газ в сравнении с метаном обладает большей теплотворной способностью, которая достигает 11000 кДж/кг [4–5]. Технология газификации является наиболее предпочтительной как с экологической, так и с энергетической точки зрения.

На уравнениях химических реакций можно обосновать перспективность технологии газификации. При водяной конверсии благодаря паровой газификации происходит следующая реакция:



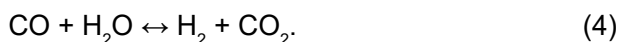
При паровой газификации наблюдается снижение концентрации такого вредного для окружающей среды соединения, как оксид азота (NO). Следующая реакция разложения монооксида азота на атомарный азот обосновывает экологичность предлагаемой газификационной установки [6]:



При этом наблюдается повышение концентрации горючих компонентов в синтез-газе. Так, при снижении коэффициента избытка воздуха до нулевых значений, теоретическая теплотворная способность достигает 11000 кДж/кг.

Расчётные значения теплотворной способности синтез-газа, полученные из биомассы при воздушной газификации, были значительно ниже, чем теплотворная способность синтез-газа, получаемая без подачи воздуха и с внешней подачей тепловой энергии. Это, прежде всего, из-за наличия негорючих веществ, в основном азота (N<sub>2</sub>) и в меньшей степени воды (H<sub>2</sub>O) и углекислого газа (CO<sub>2</sub>).

При этом CO<sub>2</sub> вступает в реакцию:



Как правило, оксид углерода (CO), водород (H<sub>2</sub>), углекислый газ (CO<sub>2</sub>), азот (N<sub>2</sub>), вода (H<sub>2</sub>O) и метан (CH<sub>4</sub>) считаются продуктами газификации. Все представленные составляющие синтез-газа образуются при термической деструкции органических отходов птицеводства (помёта) и участвуют в химических реакциях.

Полученные результаты позволили разработать и сконструировать новую газификационную установку (рисунок 2), работающую по принципу кипящего слоя. Интенсификатором газификации является водяной пар [7].

Технология газификации твердых топлива и отходов рассматривается многими авторами [8–10]. Газификационные установки различаются по виду газифицирующего агента, конструктивным особенностям и источнику теплового воздействия [11; 12]. Подробные исследования и математические модели таких авторов, как Д. Силва [12]

и П. Каушал [13], применяют балансовые уравнения энергии и массы. Из этих уравнений можно получить адекватные модели параметров, которые служат для характеристики процесса газификации в установке. Знание этих параметров делает проект оборудования технически жизнеспособным для промышленного масштаба.



- 1 – термopapa;
- 2 – мультиметр;
- 3 – выходной штуцер;
- 4 – пробоотборное отверстие;
- 5 – загрузочный люк;
- 6 – корпус парового газогенератора;
- 7 – парогенератор;
- 8 – манометр-конденсатор;
- 9 – регулятор нагревателя

Рисунок 2 – Газификационная установка

В работе М. Вази и др. [14] разработана численная модель для моделирования процессов газификации биомассы. Подход, основанный на равновесии константы, является преимуществом при моделировании уравнений термодинамики.

ческого равновесия. Сочетание законов сохранения энергии в открытой системе сохранения атомных видов и законов химического равновесия обеспечивают численный алгоритм, который может быть использован для прогнозирования состава синтез-газа и исследования влияния важных переменных на характеристики газификации.

Особо отмечается работа ученых А. Рамос и др. [15], в которой обобщены многолетние работы авторов по методам математического моделирования процессов газификации отходов различного происхождения и определены главные свойства надёжной математической модели:

- обеспечение набора оптимальных условий эксплуатации;
- обозначение системных опасностей и ограничений;
- предсказывание результатов экспериментов по газификации и результаты для набора переменных для эксплуатации, включая различные виды сырья;
- объяснение результатов эксперимента;
- использование для экспериментов с масштабированием.

В работах ученых модели описывают режимы работы при различных исходных данных и позволяют подобрать конструктивные особенности в каждом случае применения технологии газифи-

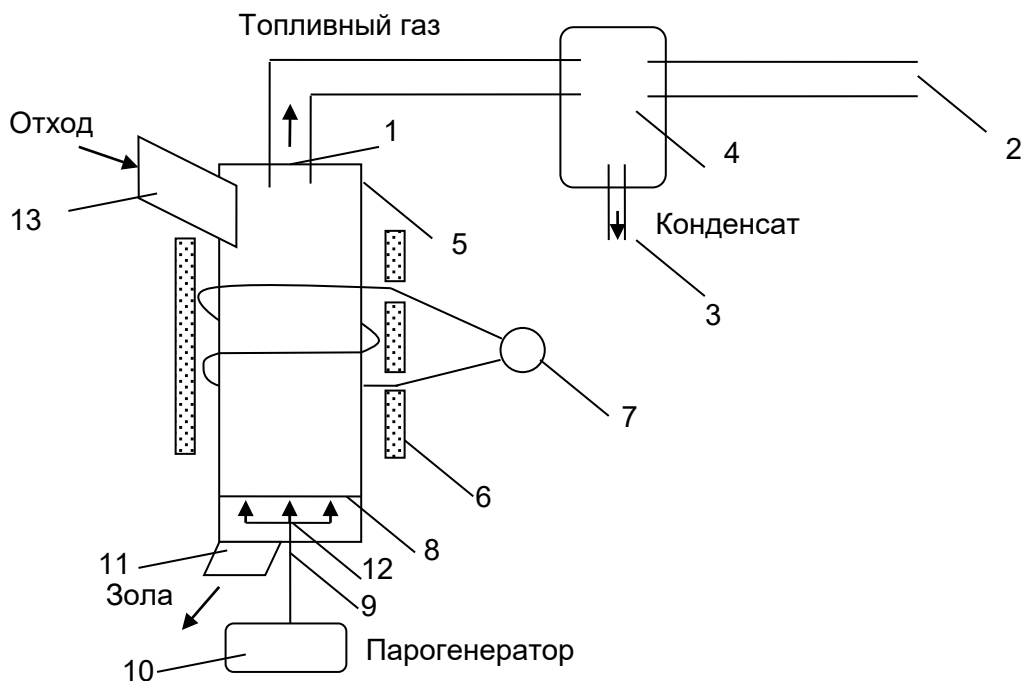
кации, но расчеты проводятся для достижения целей получения топливного газа.

Разработанная газификационная установка работает по следующему принципу (рисунок 3). Корпус 1, в котором отсутствуют подвижные элементы. В верхней части корпуса расположены загрузочная заслонка 13 и выходной штуцер синтез-газа 1, а в нижней части – колосниковая решётка 8, форсунки подачи пара 12 и выгрузная заслонка 11. Пар вырабатывается в парогенераторе и подаётся по коллектору 9. Корпус нагревается от электронагревателя. Температура устанавливается при помощи регулятора напряжения 7. Для снижения потерь в окружающую среду снаружи газификатор покрыт теплоизолирующим материалом 6, в верхней части расположен также конденсатор 4 с конденсатоотводчиком 3 и патрубком для отвода синтез-газа 2.

Особенность данной установки, по сравнению с аналогами – внешний подвод тепла. Тем самым снижается образование диоксида углерода и оксидов азота [1; 12].

Эксперименты проводились компетентным персоналом с привлечением аккредитованной лаборатории поверенными приборами и оборудованием.

**Материалы и методы.** Исследования по применению термических способов утилизации



- 1 – выходной штуцер синтез-газа; 2 – патрубок для отвода синтез-газа; 3 – конденсатоотводчик; 4 – конденсатор; 5 – корпус; 6 – теплоизолирующий материал; 7 – регулятор напряжения; 8 – колосниковая решётка; 9 – коллектор; 10 – парогенератор; 11 – выгрузная заслонка; 12 – форсунки подачи пара; 13 – загрузочная заслонка

Рисунок 3 – Установка для газификации помёта



отходов птицеводства реализуются с 2016 года по настоящее время на базе ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет». В период с 2021 по 2023 год в качестве объекта исследования согласована площадка крестьянско-фермерского хозяйства «Чербаев М.В.» Тетюшского муниципального района республики Татарстан по разведению сельскохозяйственной птицы поголовьем 5000 голов.

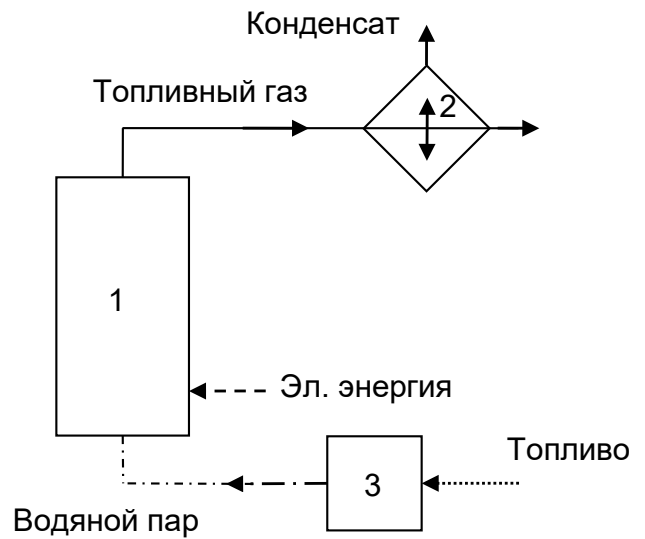
Проведенные исследования позволили выявить недостатки различных установок по термической утилизации отходов и выявить пути их решения. Результатом таких исследований стала разработанная газификационная установка, защищенная патентом Российской Федерации на изобретение № 2754911 «Установка для газификации углеродсодержащих отходов».

Дальнейший вектор исследований термических методов утилизации отходов птицеводства направлен на выявление путей энергосбережения. Таковым является метод графов, который широко применяется в электроэнергетике, экономике, науке и других отраслях [16; 17]. Применение графов в теплоэнергетических установках описывал еще Л. С. Попырин в своем труде «Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических установок»: графом в общем случае называют совокупность отрезков, обозначаемых дугами, и точек пересечения дуг – вершинами. Основная топологическая информация, заключенная в графе, состоит в графическом выражении связей между вершинами. Представление схемы энергетической установки в форме графа позволяет осуществить математически строгое и в то же время достаточно наглядное ее рассмотрение [18].

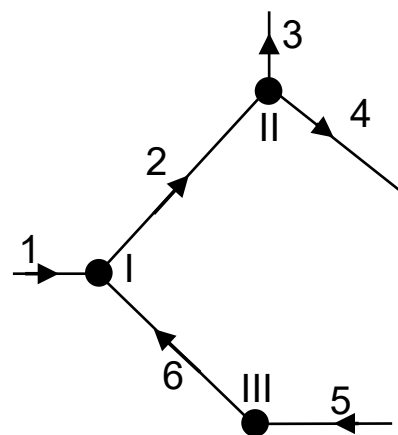
В данной статье рассмотрена технологическая схема газификации отходов птицеводства с позиции энергосбережения, поиска и выбора актуальных и эффективных мероприятий, к примеру, использование источников низкопотенциальной энергии (рисунок 4).

В данной технологической схеме предполагается, что получаемый топливный газ отводится внешнему потребителю и частично накапливается для дальнейшего использования на собственные нужды газификационной установки. Целесообразность данного варианта использования топливного газа требует отдельной проработки.

Как известно, любая схема может быть задана так называемой матрицей соединений вершин графа (рисунок 5) и дополненной матрицей видов связей по энергоносителям (таблица 2).



1 – газификационная установка; 2 – конденсатор-охладитель; 3 – парогенератор  
Рисунок 4 – Технологическая схема газификационной установки



I – газификационная установка; II – конденсатор-охладитель; III – парогенератор; 1–6 – связи между элементами оборудования  
Рисунок 5 – Граф технологической схемы газификационной установки

Таблица 2 – Матрица соединений элементов

Номер связи	Признак наличия связи для элемента оборудования		
	I	II	III
1	-1	-	-
2	1	-1	-
3	-	1	-
4	-	1	-
5	-	-	-1
6	-1	-	-

Обозначения в матрице «+1» и «-1» – исходящие и входящие внешние связи системы.

Описание связей следующее: 1 – электроэнергия; 2 – смесь топливного газа и различных примесей; 3 – конденсат; 4 – очищенный подготовленный топливный газ; 5 – топливо; 6 – водяной пар.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Эксперименты, проведенные на установке, позволили отметить, что теплотворная способность исходного сырья составляет 7000–9000 кДж, а синтез-газа после газификации с применением пара в качестве газифицирующего агента с учетом всех потерь достигала 12000 кДж/кг, что конкурентоспособно с природными ископаемыми топливами для использования на электрогенераторах с выработкой электрической энергии для резервирования или полного самообеспечения птицефабрики [19].

Полученные результаты представлены в таблице 3.

В структуре энергетического баланса наблюдается расход природного газа для выработки электрической энергии. При этом добавление выработанного синтез-газа в процесс позволит снизить расход природного топлива.

Синтез-газ по своему составу включает такие примеси, как  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $N_2$ , в % объемах 0,4; 7,75; 0,27 и 0,4 соответственно.

При этом стоит отметить низкое содержание  $N_2$ , которое достигается при исключении из реакции воздуха как газифицирующего агента.

На этапе анализа графоаналитического метода приведем следующие результаты: граф и матрица на рисунке 4 и в таблице 1 дают наглядное представление о технологической схеме газификационной установки по утилизации отходов птицеводства с получением топливного газа и золы на удобрение. Наличие исходящих связей из элемента II (энергоноситель 4) и входящих связей элементов I (энергоноситель 1) и элемент III (энергоноситель 6) наглядно прослеживается необходимость замкнуть данные элементы энергетически связями.

В результате анализа данного графа автора-

ми предлагаются следующие энергосберегающие и ресурсосберегающие решения, представленные в виде графа (рисунок 6).

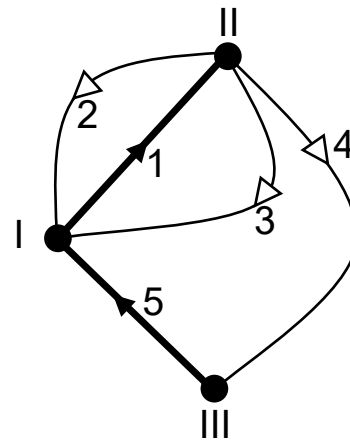


Рисунок 6 – Граф оптимизации технологической схемы утилизации отходов птицеводства

На графе имеются дуги, которые соответствуют различным энергоэффективным мероприятиям. Таким образом, авторы визуализировали возможные решения технологической схемы (рисунок 3) в направлении энергетической независимости самой газификационной установки. В качестве энергоресурсосберегающих мероприятий могут выступать:

- использование части топливного газа на собственные нужды для выработки водяного пара (дуга 4);
- использование части топливного газа для выработки электрической энергии (дуга 3);
- использование низкопотенциальной энергии конденсата для предварительного подсушивания исходного сырья (дуга 2). Под эксергетическим потенциалом понимается максимальное количество полезной работы, которое можно получить в данном случае от образовавшегося продукта.

Каждое из этих мероприятий (инженерных решений) имеет свои затраты (закупка оборудования и др.) и экономический эффект (количество экономии природного топлива и энергии, которые заме-

Таблица 3 – Структура энергетического баланса газификационной установки на 1 кг сырья

Потребление			Источник		
Значение	кДж	%	Значение	кДж	%
Парогенератор	85,3	0,21	Газификационная установка	10 800	13,08
Газификационная установка	41 280	99,79	Электрогенератор	41 280	50,00
			Природное топливо	30 480	36,92
Итого	41 365,3	100	Итого	82 560	100

щены топливным газом, полученным из отходов птицеводства).

Кроме энергетической составляющей возникает задача реализации получаемой золы. Зола после газификационной установки пригодна в качестве минерального удобрения, и внесение его должно быть оправданным.

Анализ госдоклада Минэкологии Республики Татарстан показал, что в 2022 году в республике образовалось 627 тыс. тонн органического сырья – помет птицы, в том числе с подстилкой. Для принятия решения о направлении реализации по внесению на поля авторами отобрана наиболее ценная культура – озимая пшеница.

Возделывание сельскохозяйственных культур приводит к выносу элементов питания с урожаем. По пшенице показатели составляют: калий – 112 кг/га, фосфор – 92 кг/га. При возделывании современных сортов озимой пшеницы положительный баланс азота, фосфора и калия может быть обеспечен лишь внесением высоких доз удобрений. Под озимые культуры требуется 34 кг/га калия и 25 кг/га фосфора [20]. Калий и фосфор возможно восполнить получаемой золой [21; 22].

По имеющимся данным [23], проанализирована посевная площадь наиболее ценной культуры – озимой пшеницы. После термической утилизации получается зола, которая достигает 20 % от сжигаемой массы, в дальнейшем она пригодна для использования в качестве удобрения и не требует дополнительной обработки. Анализ использования золы показал, что полученная зола содержит оксид калия ( $K_2O$ ) – 15,5 %, оксид фосфора ( $P_2O_5$ ) – 23,9 %.

Рассчитав количество получаемого продукта (золы), можем сопоставить количество получаемого продукта и востребованность в данном удобрении по районам республики.

Задавшись критериями оценки, которыми являются – расстояния до пункта назначения и необходимость внесения минеральных удобрений, авторы пришли к выводу, что концепция минимального расстояния до цели не меняется. Золу следует направлять от ближайших центров расположения газификационных установок, находящихся в районах с наибольшим количеством образования органического сырья (таблица 4).

После анализа результатов наблюдается недополучение удобрения в зоне ответственности Лениногорского центра.

Для того чтобы найти наилучшие схемы обеспечения удобрениями районов в зоне ответственности Лениногорского центра, прибегнем к методу транспортной задачи.

Математический аппарат транспортной задачи записывается следующим образом:

$$F = \sum \sum c_{ij} x_{ij}, \quad (5)$$

при условиях:

$$\sum x_{ij} = a_i, i = 1, 2, \dots, m, \quad (6)$$

$$\sum x_{ij} = b_j, j = 1, 2, \dots, n, \quad (7)$$

$$x_{ij} \geq 0,$$

где  $x$  – расстояния от центров инноваций до районов снабжения;  $c$  – переменная;  $a$  – запасы;  $b$  – потребность.

По результатам расчетов предлагается наиболее приемлемый (оптимальный) план распределения получаемого удобрения по наиболее краткому маршруту.

Из Лаишевского центра выявленный избыток удобрения необходимо направить в Черемшанский район в количестве 0,093 тыс. т и в Аксубаевский район в количестве 0,338 тыс. т.

Из Тукаевского центра избыток удобрения необходимо направить в Черемшанский район в количестве 0,529 тыс. т, Бугульминский район в количестве 0,122 тыс. т, Альметьевский район в количестве 0,035 тыс. т, Азнакаевский район в количестве 0,024 тыс. т, Ютазинский район в количестве 0,02 тыс. т.

Из Лениногорского центра необходимо распределить получаемый продукт следующим образом: оставить на собственные сельскохозяйственные поля в количестве 0,585 тыс. т, остаток перераспределить по следующим маршрутам: в Бугульминский район направить 0,184 тыс. т, в Бавлинский район направить 0,091 тыс. т.

По данной схеме распределения в Лаишевском центре на складах остается невостребованным 10,009 тыс. т удобрения. Данное удобрение рекомендуется реализовать в розничной сети.

Таблица 4 – Результаты анализа распределения районов для передачи золы на сельхозземли для внесения под озимую пшеницу

Муниципальный район	Количество получаемого удобрения (Р,К), тыс.т	Расчетное количество удобрений с учетом посевных площадей, тыс.т	Δ избыток/недополучение, +/- %
Тукаевский центр	24,034	13,593	+43
Лаишевский центр	24,3492	23,621	+3
Лениногорский центр	0,8668	2,025	-57

**Заключение.** Изучение литературных источников показало, что существующие методики компостирования, т. е. длительной выдержки в буртах, могут быть ускорены благодаря технологии термической утилизации (получения топливного газа) на газификационных установках. Данная технология термической утилизации рекомендуется к внедрению на объектах первой категории негативно-го воздействия на окружающую среду. К таковым относятся птицеводческие предприятия с поголовьем 2 млн голов и более. В результате предварительных расчетов и проведенных лабораторных исследований затраченная энергия к получаемой составляет 50 %, т. е. полученный топливный газ в состоянии обеспечить собственные нужды газификационной установки (нагрев газификационной камеры, генерация водяного пара и др.) и снабжать объекты первой категории, требующие бесперебойного энергоснабжения энергией, получаемой от высококалорийного топливного газа [5].

Используя предложенный метод графов, можно наглядно представить перспективные направления оптимизации технологической схемы утилизации отходов птицеводства. Метод графов позволяет на более качественном уровне выявить положительные и отрицательные материальные и энергетические потоки до разработки экспериментального/лабораторного образца. Данные методы являются хорошим инструментом определения всех внутренних связей потоков материи и энергии, «узких» мест в технологической схеме установки и подготовки к следующему этапу – математическому представлению работы установки, его основных и вспомогательных узлов.

Также метод графов может использоваться для представления региональной схемы утилизации отходов птицеводства от единичной установки до разветвленной сети станций с газификационными установками. Порядок выбора вариантов представляется следующим образом:

- формирования перечня альтернативных вариантов решения;
- формирование критериев оценки;
- получение оценок альтернатив;
- выбор лучшей альтернативы.

Применение данного метода позволит выбрать актуальное решение усовершенствования технологической схемы и использование низкопотенциального тепла на собственные нужды.

Следует пояснить, что данные результаты являются только исходной составляющей в алгоритме ведения научных исследований. Дальнейшая работа заключается в оценке каждого конкретного направления оптимизации и энергоресурсосбере-

жения, к примеру, методом иерархий, а также анализа литературы и апробации полученных промежуточных результатов.

#### Список источников

1. Фахреев Н.Н. Теоретические и экспериментальные исследования при разработке новой газификационной установки // Известия Дагестанского ГАУ. 2022. № 4 (16). С. 302-307.
2. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: В 8 т. / Федеральная служба гос. статистики. М.: Статистика России, 2018. 361 с.
3. Бартновский С.П. Антропогенное воздействие на окружающую среду промышленного птицеводства (на примере ОАО «Шушенская птицефабрика») // Экология южной Сибири и сопредельных территорий. 2015. Вып. 19. Т. 1. С. 135.
4. Implementation of poultry waste disposal technology for energy and fertilizer production / N.N. Fakhreev [et al.] // E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 411. P. 01065.
5. Зиганшин Б.Г., Гайфуллин И.Х., Фахреев Н.Н. Математическое моделирование и экспериментальные исследования газификации отходов птицеводства // Техника и технологии в животноводстве. 2022. № 3 (47). С. 78-84.
6. Математический аппарат расчета конструктивных решений газификационной установки / Б.Г. Зиганшин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2023. Т. 18. № 1 (69). С. 60-67.
7. Зиганшин Б.Г., Фахреев Н.Н. Применение газификационной установки для выработки электроэнергии в двигателях внутреннего // Чтения академика В.Н. Болтянского: сборник статей. М.: ООО «Сам Полиграфист», 2023. С. 64-68.
8. Eri Q., Peng J., Zhao X. CFD-моделирование паровой газификации биомассы в псевдооживленном слое на основе многокомпонентной многоступенчатой кинетической модели // Applied Thermal Engineering. 2018. Vol. 129. Pp. 1358-1368.
9. Gambarotta A., Morini M., Zubani A. Synthesis Gas Composition Prediction for Underground Coal Gasification Using a Thermochemical Equilibrium Modeling Approach // Applied Energy. 2018. Vol. 227. P. 119-127.
10. Environmental and economic sustainability of poultry litter gasification for electricity and heat generation / K. Harish [et al.] // Waste Management. 2019. Vol. 95. Pp. 182-191.
11. Katsaros G., Shankar Pandey D., Horvart A., Tassou S. Low temperature gasification of poultry

litter in a lab-scale fluidized reactor // *Energy Procedia*. 2019. Vol. 161. Pp. 57-65.

12. Silva J.D., Oliveira C.C.B. Fluidynamics modelling for a fixed bed gasifier using Laplace transform finite difference method // *Procedia Engineering*. 2012. Vol. 42. Pp. 753-769.

13. Kaushal P., Tyagi R. Advanced Simulation of Biomass Gasification in a Fluidized Bed Reactor Using ASPEN Plus // *Renewable Energy*. 2017. Vol. 101. Pp. 629-636.

14. Vaezi M., Passandideh-Fard M., Moghiman M., Charmchi M. On a methodology for selecting biomass materials for gasification purposes // *Fuel Processing Technology*. 2012. Vol. 98. Pp. 74-81.

15. Ramos A., Monteiro E., Rouboa A. Numerical approaches and comprehensive models for gasification process: A review // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019. Vol. 110. Pp. 188-206.

16. Ernst S., Kotulski L., Sędziwy A., Wojnicki I. Graph-Based Computational Methods for Efficient Management and Energy Conservation in Smart Cities // *Energies*. 2023. Vol. 16 (7). P. 3252.

17. Mark de Berg a, Sándor Kisfaludi-Bak a, Gerhard Woeginger The complexity of Dominating Set in geometric intersection graphs // *Theoretical Computer Science*. 2019. Vol. 769. Pp. 18-31.

18. Попырин Л.С. Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических установок. М.: Энергия, 1978. 416 с.

19. Зиганшин Б.Г., Гайфуллин И.Х., Фахреев Н.Н. Математическое моделирование и экспериментальные исследования газификации отходов птицеводства // *Техника и технологии в животноводстве*. 2022. № 3 (47). С. 78-84.

20. Золкина Е.И. Влияние минеральных удобрений на урожайность сортов озимой пшеницы и показатели баланса элементов питания на дерново-подзолистой супесчаной почве нечерно-земной зоны // *Таврический вестник аграрной науки*. 2018. № 3 (15). С. 34-46.

21. Динамика плодородия почв республики Татарстан / П.А. Чекмарев [и др.] // *Достижения науки и техники АПК*. 2014. № 4. С. 6-9.

22. Известкование кислых почв в Республике Татарстан / А.А. Лукманов [и др.] // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т. 35. № 9. С. 15-18.

23. Сайт сельскохозяйственной информационной площадки «Сельхозпортал» [Электронный ресурс]. URL: <https://сельхозпортал.рф> (дата обращения: 19.12.2023).

## References

1. Fakhreev N.N. Teoreticheskie i eksperimental'nye issledovaniya pri razrabotke novoi gazifikatsionnoi ustanovki [Theoretical and experimental studies in the development of a new gasification plant]. *Izvestiya Dagestanskogo GAU*. 2022; (4-16): 302-307. (In Russ).

2. Itogi Vserossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi perepisi 2016 goda [Results of the All-Russian Agricultural Census 2016]. *Federal'naya sluzhba gos. statistiki*. M.: Statistika Rossii; 2018: 361. (In Russ).

3. Bartnovsky S.P. Antropogennoe vozdeistvie na okruzhayushchuyu sredu promyshlennogo ptitsevodstva (na primere OAO «Shushenskaya ptitsefabrika») [Anthropogenic impact on the environment of industrial poultry farming (using the example of JSC «Shushenskaya Poultry Farm»)]. *Ekologiya yuzhnoi Sibiri i sopredel'nykh territorii*. 2015; (19-1): 135. (In Russ).

4. Fakhreev N.N. et al. Implementation of poultry waste disposal technology for energy and fertilizer production. *E3S Web of Conferences*. 2023; (411): 01065.

5. Ziganshin B.G., Gaifullin I.Kh., Fakhreev N.N. Matematicheskoe modelirovanie i eksperimental'nye issledovaniya gazifikatsii otkhodov ptitsevodstva [Mathematical modeling and experimental studies of gasification of poultry waste]. *Machinery and technologies in livestock*. 2022; (3-47): 78-84. (In Russ).

6. Ziganshin B.G. et al. Matematicheskii apparat rascheta konstruktsionnykh reshenii gazifikatsionnoi ustanovki [Mathematical apparatus for calculating structural solutions of a gasification plant]. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2023; (18-1-69): 60-67. (In Russ).

7. Ziganshin B.G., Fakhreev N.N. Primenenie gazifikatsionnoi ustanovki dlya vyrabotki elektroenergii v dvigatelyakh vnutrennego [The use of a gasification plant for generating electricity in internal engines]. *Collection of articles «Readings by Academician V.N. Boltyansky»*. M.: ООО «Sam Poligrafist»; 2023: 64-68. (In Russ).

8. Eri Q., Peng J., Zhao X. CFD-modelirovanie parovoi gazifikatsii biomassy v psevdoozhizhenom sloe na osnove mnogokomponentnoi mnogostupenchatoi kineticheskoi modeli [CFD modeling of steam gasification of biomass in a fluidized bed based on a multicomponent multistage kinetic model]. *Applied Thermal Engineering*. 2018; (129): 1358-1368. (In Russ).

9. Gambarotta A., Morini M., Zubani A. Synthesis Gas Composition Prediction for Underground Coal Gasification Using a Thermochemical

Equilibrium Modeling Approach. *Applied Energy*. 2018; (227): 119-127.

10. Harish K. et al. Environmental and economic sustainability of poultry litter gasification for electricity and heat generation. *Waste Management*. 2019; (95): 182-191.

11. Katsaros G., Shankar Pandey D., Horvart A., Tassou S. Low temperature gasification of poultry litter in a lab-scale fluidized reactor. *Energy Procedia*. 2019; (161): 57-65.

12. Silva J.D., Oliveira C.C.B. Fluidynamics modelling for a fixed bed gasifier using Laplace transform finite difference method. *Procedia Engineering*. 2012; (42): 753-769.

13. Kaushal P., Tyagi R. Advanced Simulation of Biomass Gasification in a Fluidized Bed Reactor Using ASPEN Plus. *Renewable Energy*. 2017; (101): 629-636.

14. Vaezi M., Passandideh-Fard M., Moghiman M., Charmchi M. On a methodology for selecting biomass materials for gasification purposes. *Fuel Processing Technology*. 2012; (98): 74-81.

15. Ramos A., Monteiro E., Rouboa A. Numerical approaches and comprehensive models for gasification process: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019; (110): 188-206.

16. Ernst S., Kotulski L., Sędziwy A., Wojnicki I. Graph-Based Computational Methods for Efficient Management and Energy Conservation in Smart Cities. *Energies*. 2023; (16-7): 3252.

17. Mark de Berg a, Sándor Kisfaludi-Bak a, Gerhard Woeginger The complexity of Dominating Set in geometric intersection graphs. *Theoretical Computer Science*. 2019; (769): 18-31.

18. Popyrin L.S. *Matematicheskoe modelirovanie i optimizatsiya teploenergeticheskikh ustanovok* [Mathematical modeling and optimization of thermal power plants]. M.: Energiya; 1978: 416. (In Russ).

19. Ziganshin B.G., Gaifullin I.Kh., Fakhreev N.N. *Matematicheskoe modelirovanie i eksperimental'nye issledovaniya gazifikatsii otkhodov ptitsevodstva* [Mathematical modeling and experimental studies of gasification of poultry waste]. *Machinery and technologies in livestock*. 2022; (3-47): 78-84. (In Russ).

20. Zolkina E.I. Vliyanie mineral'nykh udobrenii na urozhainost' sortov ozimoi pshenitsy i pokazateli balansa elementov pitaniya na dernovo-podzolistoi supeschanoi pochve necherno-zemnoi zony [The influence of mineral fertilizers on the yield of winter wheat varieties and the balance of nutrients on sod-podzolic sandy loam soil of the non-black earth

zone]. *Taurida herald of the agrarian sciences*. 2018; (3-15): 34-46. (In Russ).

21. Chekmarev P.A. et al. Dinamika plodorodiya pochv respublik Tatarstan [Dynamics of soil fertility in the Republic of Tatarstan]. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2014; (4): 6-9. (In Russ).

22. Lukmanov A.A. et al. Izvestkovanie kislykh pochv v Respublike Tatarstan [Liming of acidic soils in the Republic of Tatarstan]. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2021; (35-9): 15-18. (In Russ).

23. Sait sel'skokhozyaistvennoi informatsionnoi ploshchadki «Sel'khozportal» [Website of the agricultural information platform «Agricultural Portal»] [Internet]. URL: <https://сельхозпортал.рф> (Accessed: 19.12.2023).

#### Информация об авторах

Б.Г. Зиганшин – доктор технических наук, профессор; AuthorID 326952.

Н.Н. Фахреев – AuthorID 824461.

И.Х. Гайфуллин – кандидат технических наук; AuthorID 797764.

Б.Л. Иванов – кандидат технических наук, доцент; AuthorID 703475.

А.В. Шорников – AuthorID 225471.

#### Information about the author

B.G. Ziganshin – Doctor of Technical Sciences, Professor; AuthorID 326952.

N.N. Fakhreev – AuthorID 824461.

I.Kh. Gaifullin – Candidate of Technical Sciences; AuthorID 797764.

B.L. Ivanov – candidate of technical sciences, associate professor; AuthorID 703475.

A.V. Shornikov – AuthorID 225471.

Статья поступила в редакцию 24.12.2023; одобрена после рецензирования 22.01.2024; принята к публикации 19.03.2024.

The article was submitted 24.12.2023; approved after reviewing 22.01.2024; accepted for publication 19.03.2024.

Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 69–80  
Vestnik Kurganskoj GSNA. 2024; (1-49): 69–80

### Научная статья

УДК 621.316.1

Код ВАК 4.3.2

EDN: ZPHZRH

## КОМБИНИРОВАННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В НИЗКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Игорь Владимирович Наумов<sup>1</sup>✉, Сергей Валерьевич Подъячих<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

<sup>2</sup> Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежовского, поселок Молодежный, Россия

<sup>1</sup> [professornaumov@list.ru](mailto:professornaumov@list.ru)✉, <https://orcid.org/0000-0003-4767-0127>

<sup>2</sup> [psv78@yandex.ru](mailto:psv78@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-7031-0704>

**Аннотация.** Цель – исследование качества электрической энергии и уровня её потерь в действующих распределительных электрических сетях низкого напряжения. На основе измерений в действующих электрических сетях (ЭС) исследованы режимы их работы при питании различных видов производственной и коммунально-бытовой нагрузки потребителей. Измерения произведены с помощью сертифицированных приборов. Установлен объективный характер нарушения требований к показателям, характеризующим качество электрической энергии (ПКЭ), проявляющийся в превышении установленных норм для несимметрично-несинусоидальных (несбалансированных) режимов. Показана взаимосвязь измененных ПКЭ с дополнительными потерями электрической энергии, не только вызывающими превышение нормируемого электропотребления, но и приводящими к возникновению чрезвычайных ситуаций. Предложена новая модель технического средства (ТС), обеспечивающая нормализацию ПКЭ и снижение соответствующих потерь электрической энергии. В качестве методологической базы исследований использованы методы теории электрических цепей, численного анализа, технологии программного обеспечения Excel, графического редактора *Matlab*, а также авторский метод расчета несбалансированных режимов. На основе разработанного программного обеспечения произведены расчет и анализ имитационной модели несимметрично-несинусоидального (НН) электропотребления с интеграцией в электрическую сеть предлагаемого комбинированного технического средства. В результате произведенных исследований определено наиболее целесообразное место установки ТС в электрической сети, в котором проявляется его наибольшая эффективность по минимизации последствий несбалансированных режимов. Кроме того, на основе разработанного метода и инструментария расчета доказана эффективность предлагаемой модели ТС в минимизации последствий несбалансированных режимов. При установке ТС отмечено снижение дополнительных потерь мощности, обусловленных несбалансированным электропотреблением, что составило 78 %, а снижение показателей, характеризующих качество электрической энергии, достигло 70 %.

**Ключевые слова:** несимметрия, несинусоидальность, несбалансированность, качество, потери, компенсирующее устройство, дополнительные симметричные составляющие, гармонические искажения.

**Для цитирования:** Наумов И.В., Подъячих С.В. Комбинированное техническое средство для повышения качества и снижения потерь электроэнергии в низковольтных электрических сетях // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 69–80. EDN: ZPHZRH.

### Scientific article

## COMBINED TECHNICAL EQUIPMENT FOR IMPROVING THE QUALITY AND REDUCING POWER LOSSES IN LOW-VOLTAGE ELECTRIC NETWORKS

Igor V. Naumov<sup>1</sup>✉, Sergey V. Podyachikh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

<sup>2</sup> Irkutsk State Agricultural University named after A.A. Ezhevsky, Molodezhny village, Russia

<sup>1</sup> [professornaumov@list.ru](mailto:professornaumov@list.ru)✉, <https://orcid.org/0000-0003-4767-0127>

<sup>2</sup> [psv78@yandex.ru](mailto:psv78@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-7031-0704>

**Abstract.** The purpose is to study the electric power quality and the level of its losses in the operating low-voltage electric distribution networks. Based on the measurements in the operating electric networks (EN), the modes of their operation are studied when providing power supply of various types of industrial and residential loads for consumers. The measurements were made using certified instruments. The research has established an objective nature of violating the requirements for the indicators characterizing the quality of electric power (PQI), manifested in exceeding the established norms for asymmetrically non-sinusoidal (unbalanced) modes. The study shows the relationship of the modified PQI with additional losses of electric power, causing not only an excess of the normalized power consumption, but also leading to emergency situations. A new model of the technical equipment (TE) is proposed, which ensures normalization of the PQI and reduction of the corresponding losses of electrical power. The methods of the theory of electrical circuits, numerical analysis, *Excel* software technology, *Matlab* graph editor, as well as the

author's method of calculating unbalanced modes were used as a methodological basis for the research. Based on the developed software, the calculation and analysis of the simulation model of asymmetric-non-sinusoidal (AN) power consumption with integration into the electrical network of the proposed combined technical equipment was carried out. As a result of the conducted research, the most appropriate place for installing the TE in the electrical network has been determined. At this place the greatest effectiveness of the TE in minimizing the consequences of unbalanced modes is manifested. In addition, based on the developed method and calculation tools, the effectiveness of the proposed equipment model in minimizing the consequences of unbalanced regimes has been proven. When installing the equipment, there was a decrease in additional power losses due to unbalanced power consumption, which amounted to 78 %, and a decrease in indicators characterizing the quality of electric power reached 70 %.

**Keywords:** asymmetry, non-sinusoidality, imbalance, quality, losses, compensating device, additional symmetrical components, harmonic distortion.

**For citation:** Naumov I.V., Podyachikh S.V. Combined technical equipment for improving the quality and reducing power losses in low-voltage electric networks. Vestnik Kurganskoy GSXA. 2024; (1-49): 69–80. EDN: ZPHZRH. (In Russ).

**Введение.** Нарушения электромагнитной совместимости технических средств в единой электрической сети, объединяющей процессы преобразования, распределения и передачи электрической энергии, вызываются измененным характером электропотребления в силу генерации электромагнитных переходных помех, обусловленных индивидуальными особенностями режимных характеристик отдельных электроприемников. В связи с этим распределительная низковольтная электрическая сеть начинает функционировать в утяжеленных условиях, вызывающих нарушение норм качества и увеличение потерь электрической энергии, влекущих за собой резкое снижение уровня надежности электропередачи и создающих условия возникновения чрезвычайных ситуаций. Одними из наиболее характерных режимов, обуславливающих искажение качества и увеличение потерь электроэнергии, служат НН режимы работы, создающие дополнительные совокупности составляющих токов и напряжений в низковольтных электрических сетях [1].

Государственным стандартом ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» [2] устанавливается несколько критериев, характеризующих нормы качества электрической энергии:

$$K_{2u} = \frac{U_2}{U_1} \times 100\%; \quad K_{0u} = \frac{U_0}{U_1} \times 100\% \quad K_{0n} = \frac{U_{(n)}}{U_{(1)}} \times 100\%$$

$$\delta U_{(-)} = \left[ \frac{U_H - U_{m(-)}}{U_0} \right] \times 100; \quad \delta U_{(+)} = \left[ \frac{U_{m(+)} - U_H}{U_H} \right] \times 100, \quad (1)$$

где  $K_{2u}$  и  $K_{0u}$  – коэффициенты несимметрии по обратной и нулевой последовательностям напряжения соответственно;

$U_{(n)}$  – напряжение гармонической составляющей до 40-го порядка;

$U_{(1)}$  – напряжение основной гармонической составляющей;

$\delta U_{(-)}$ ;  $\delta U_{(+)}$  – соответственно отрицательное и положительное установившиеся отклонения напряжения;

$U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_0$  – симметричные составляющие на-

пряжения, соответственно прямой, обратной и нулевой последовательностям напряжения электропитания;

$U_{m(-)}$ ;  $U_{m(+)}$  – значения напряжения электропитания, меньшие  $U_H$  и большие  $U_H$  соответственно, усредненные в интервале времени 10 мин согласно требованиям [1];

$U_H$  – напряжение, равное стандартному номинальному напряжению или согласованному напряжению [3].

В основе определения симметричных составляющих токов и напряжений, создающих потоки искажающих факторов, лежит разработанный метод, подробно описанный авторами ранее. В соответствии с этим методом критерием, оценивающим превышение потерь в несимметричном режиме, по сравнению с потерями мощности, обусловленными токами только прямой последовательности, может служить коэффициент потерь [4]:

$$K_{P(H)} = 1 + K_{2i}^2 + K_{0i}^2 \times K_R, \quad (2)$$

где  $K_R = \frac{r_0}{r_1}$  – коэффициент активного сопротивления линии электропередачи (ЛЭП);

$r_1 = r_{\Phi}$  – активное сопротивление прямой последовательности, равное фазному сопротивлению ЛЭП;

$r_0 = r_{\Phi} + 3r_N$  – активное сопротивление нулевой последовательности ЛЭП;

$r_N$  – активное сопротивление нейтрального проводника.

При одинаковых сечениях фазного и нулевого проводников, их активные сопротивления будут равны. Соответственно и коэффициент  $K_R$  в этом случае будет равен 4.  $K_{2i}$ ,  $K_{0i}$  – коэффициенты, обусловленные протеканием токов обратной и нулевой последовательностей основной частоты, определяемые в соответствии с методикой, предложенной И. В. Наумовым с соавт. (2023) [4].

В дополнение к последовательностям, образующим несимметричными режимами токов основной гармонической составляющей частоты, согласно теории электрических цепей [5], определенные высшие гармонические составляющие (ВГС) также



образуют дополнительные последовательности. Так, составляющие  $I_4, I_7, I_{13}, I_{19}, I_{25}$  образуют дополнительную прямую последовательность; токи  $I_2, I_3, I_{11}, I_{17}, I_{23}$  – дополнительную обратную и токи  $I_6, I_9, I_{12}, I_{15}$  – дополнительную нулевую последовательности [6–8].

С учетом этого в НН режимах выражение (2) для коэффициента потерь трансформируется следующим образом:

$$K_{P(НН)} = 1 + \left(\sum K_{n(1)}\right)^2 + K_{2i}^2 \left(\sum K_{n(2)}\right)^2 + \left\{K_{0i}^2 \left(\sum K_{n(1)}\right)^2\right\} \times K_R, \quad (3)$$

где коэффициенты  $\sum K_{n(1)}; \sum K_{n(2)}; \left(\sum K_{n(0)}\right)^2$  – суммарные коэффициенты, представляющие собой отношение сумм гармонических составляющих, формирующих дополнительные соответственно прямую, обратную и нулевую последовательности к гармонической составляющей тока прямой последовательности основной частоты.

Таким образом, оценивая изменение показателей, представленных выражениями (1)–(3), при отсутствии и использовании средств повышения качества электрической энергии, можно сделать вывод об эффективности применения таких ТС в условиях несбалансированного электропотребления. Под несбалансированностью электропотребления следует понимать условия функционирования электрической сети с измененными ПКЭ.

Целью исследования является изучение возможности повышения эффективности использования электрической энергии в условиях НН электропотребления за счет использования специальных ТС. Достижение указанной цели осуществляется посредством решения следующих задач:

- проанализировать уровень НН режимов в электрических сетях различного назначения;
- разработать модели балансирующего устройства (БУ), улучшающего показатели НН режима;
- провести имитационные исследования для определения наиболее эффективного места установки БУ;
- исследовать эффективность использования предлагаемой модели БУ при его интеграции в действующей низковольтной электрической сети.

**Материалы и методы.** В период с 2018 по 2023 гг. кафедрами электроснабжения и электротехники Иркутского государственного аграрного университета имени А. А. Ежевского и Иркутского национального исследовательского технического университета произведены исследования режимов работы в действующих электрических сетях 0,4 кВ. Объектами, получающими электропитание по этим сетям, являются промышленные предприятия г. Иркутска, агропромышленные предприятия

Иркутской области, жилые массивы микрорайонов г. Иркутска, сельские населенные пункты и индивидуальные жилые дома Иркутской области и Алтайского края. В качестве инструмента исследований использовался сертифицированный прибор Ресурс – UF2M (рисунок 1). Измерения осуществлялись в соответствии с действующим стандартом ГОСТ 30804.4.30-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерения показателей качества электрической энергии» [9].

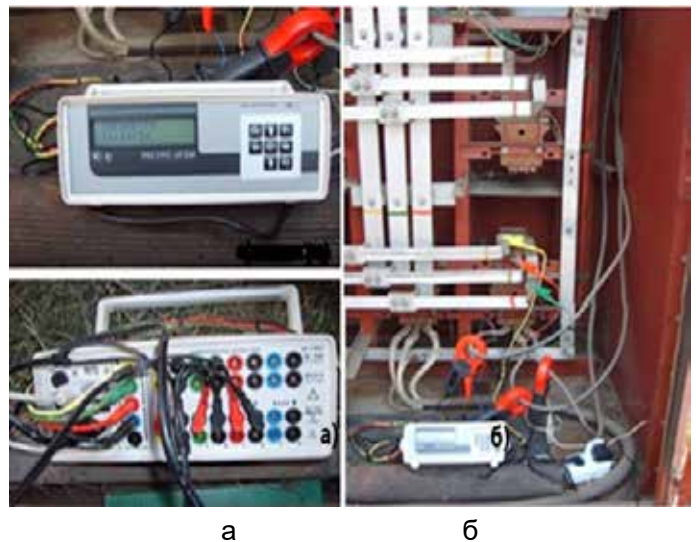


Рисунок 1 – Прибор «Ресурс-UF 2M» (а) и его подключение к исследуемой сети (б)

Исследования были произведены в действующих сетях 0,4 кВ, питающих различные объекты: производственные цеха (станочное оборудование) промышленного предприятия, производственные цеха (птицефабрика) агропромышленного комплекса, сельские населенные пункты Иркутской области и Алтайского края, многоквартирные и индивидуальные жилые дома г. Иркутска. Для каждого из объектов определялись исследуемые показатели  $I_p, I_2$  и  $I_0$  – по результатам измерений прибором Ресурс – UF 2M; высшие гармонические составляющие  $I_{(7)}, I_{(5)}$  и  $I_{(3)}$ , коэффициенты  $K_{0U}$  и  $K_{P(НН)}$ , а также показатель  $\delta U$  – в результате расчета с использованием программного обеспечения [8].

В соответствии с произведенными исследованиями установлено, что согласно ГОСТ 32144-2013 усредненные значения коэффициента  $K_{0U}$  для электрических сетей промышленных предприятий и предприятий агропромышленного комплекса составляют от 0,8 до 5,5 % [10–12], для городских сетей, питающих коммунально-бытовую нагрузку потребителей (многоквартирные дома), – от 1,2 до 4,5 % [13–15]; для сетей сельских населенных пунктов – от 2 до 7,2 % [16–18]; для индивидуаль-

ных жилых домов (ИЖД) – от 1,8 до 3,6 % [19]. Средние значение для коэффициента  $\delta U$  для указанных объектов составляют соответственно ( $\pm$ ): 3,2–5,6 %; 2,7–4,5 %; 4,8–9 % и 2,6–6,4 %. Для коэффициента потерь мощности ( $K_{P(НН)}$ ): 1,4–2,76; 1,6–1,98; 1,8–4,1 и 1,7–2,3 [19–21]. На рисунках 2–4 представлены диаграммы изменения отдельных показателей несбалансированности режима (ПНР) в электрических сетях, питающих некоторые объекты.

На рисунке 2 представлены диаграммы изменения исследуемых показателей в электрической сети сельского населенного пункта (с. Зональное, Бийского района Алтайского края, июнь 2022 г.) и сети, питающей производственную нагрузку (производственный цех птицефабрики, с. Белореченское, октябрь 2022 г.). На рисунке 3 представлены диаграммы изменения отдельных ПНР в электрической сети ИЖД (декабрь 2021 г.), на рисунке 4 – изменение коэффициента потерь в производственном цехе промышленного предприятия г. Иркутска (февраль-март 2023 г.).

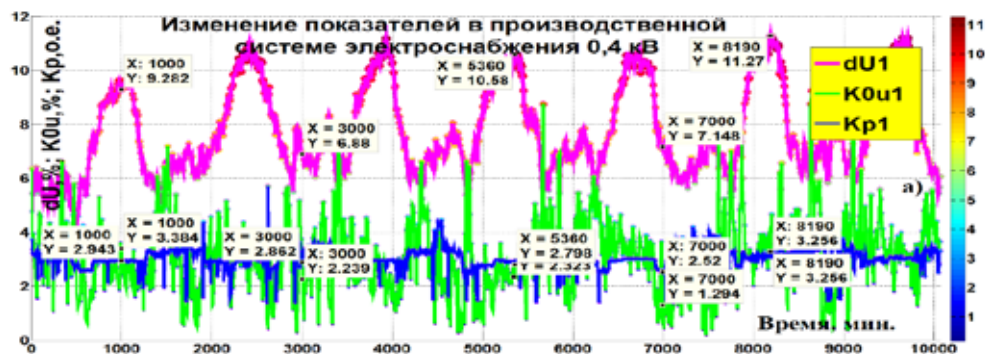
Как видно из представленных рисунков, ПНР изменяются в широких пределах, что в значительной степени превышает установленные нормы для качества электрической энергии и приводит к увеличению её потерь.

При этом особое внимание необходимо уделять именно величине коэффициента потерь

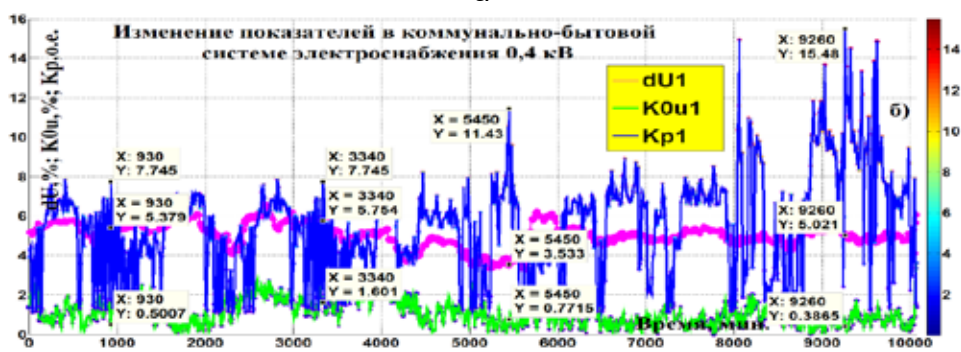
мощности, который в отдельных случаях достигает больших значений. Проведенными исследованиями установлено, что высокие коэффициенты потерь не только увеличивают электропотребление, но и создают условия для возникновения пожаров [21].

Таким образом, приведенные данные исследований НН режимов в действующих электрических сетях доказывают необходимость разработки способов и технических средств, повышающих качество и снижающих дополнительные потери электрической энергии, обусловленные несбалансированным электропотреблением.

Минимизация последствий НН режимов может быть достигнута различными способами, наиболее эффективными из которых можно считать специальные технические устройства, снижающие величины симметричных составляющих токов обратной и нулевой последовательностей, обусловленных основной гармонической составляющей (50 Гц), а также дополнительные прямую, обратную и нулевую последовательности, образованные соответствующими совокупностями ВГС [7]. Произведенный анализ существующих средств балансирования несинусоидально-несимметричных режимов работы [6; 7; 22] показал, что наиболее целесообразным техническим средством следует считать симметрирующее устройство (СУ), функционирование которого осуществляет-



а



б

Рисунок 2 – Временные диаграммы изменения исследуемых показателей в системах электроснабжения 0,4 кВ, питающих производственную (а) и коммунально-бытовую (б) нагрузку потребителей

ся автоматически, без использования дополнительных средств управления. Подробно работа такого устройства описана автором ранее [23] (рисунок 3). В симметричном режиме нулевая последовательность близка к нулю, и стальные сердечники 3 находятся в нижнем положении, сжимая пружины 2 собственным весом.

При появлении несбалансированного тока в нулевом проводнике (за счет протекания нулевой последовательности) вследствие закона электромагнитной индукции сердечники поднимаются

вверх, растягивая пружины 2, изменяя тем самым индуктивность катушек 7. Чем выше уровень нулевой последовательности, тем выше поднимаются сердечники, изменяя параметры СУ и его мощность соответственно.

Вместе с этим данное техническое средство эффективно минимизирует только токи нулевой последовательности основной частоты и дополнительную нулевую последовательность, образованную ВГС, кратными трём.

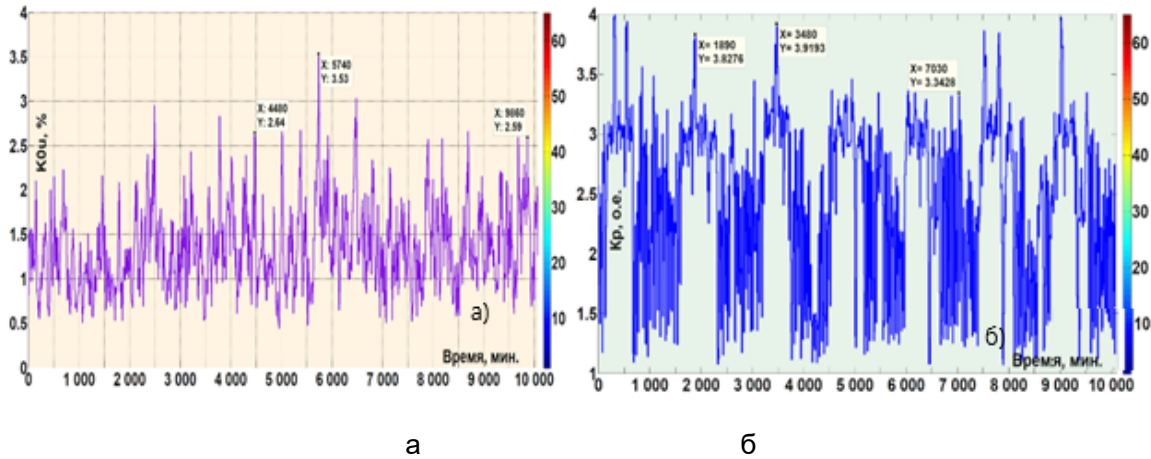


Рисунок 3 – Временные диаграммы изменения коэффициента несимметрии напряжения по нулевой последовательности (а) и коэффициента потерь (б)

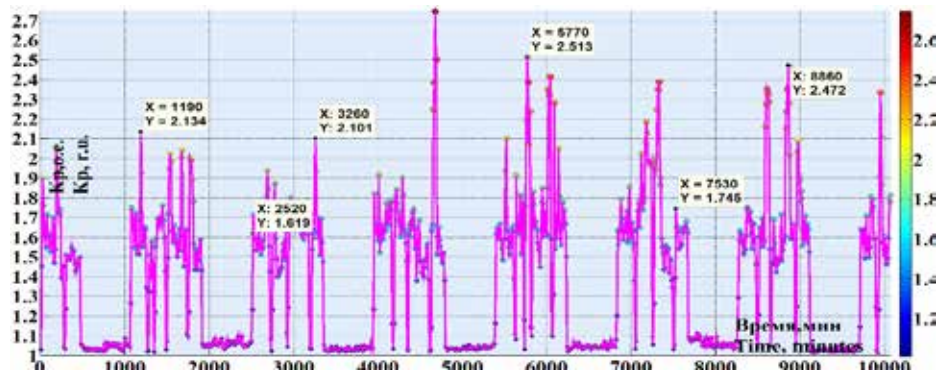
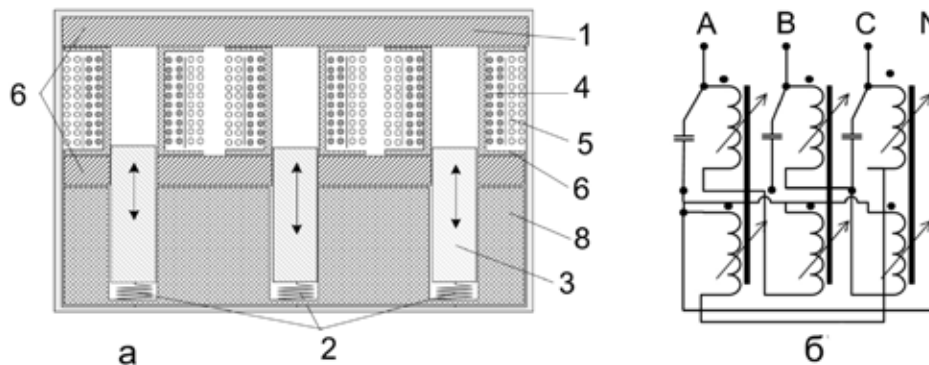
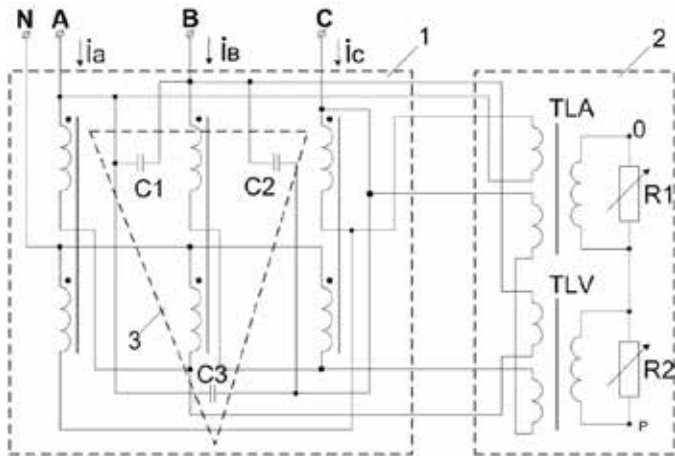


Рисунок 4 – Диаграмма изменения коэффициента потерь мощности в цеховой электрической сети промышленного предприятия



1 – корпус, 2 – пружины, 3 – подвижные сердечники, 4 – первичная обмотка, 5 – вторичная обмотка, 6 – магнитопровод, 7 – катушка индуктивности, 8 – основание

Рисунок 5 – Устройство для симметрирования составляющих нулевой последовательности: а) конструктивное исполнение, б) электрическая схема



1 – электромагнитное устройство;  
2 – фильтр токов обратной последовательности (ФТОП); 3 – батарея конденсаторов  
Рисунок 6 – Электрическая схема балансирующего устройства

Для фильтрации дополнительных прямой и обратной последовательностей, образованных соответствующими токами ВГС, предлагается использовать комплектацию устройства, представленного на рисунке 5, и дополнительных фильтровых схем токов обратной и прямой последовательностей (рисунок 6). На данный процесс получено положительное решение о выдаче патента RU 2023 111 725 А от 01.12.2023; заявка на изобретение № 2023111725 от 03.05.2023.

Электромагнитное устройство представляет собой СУ (рисунок 6). Фильтр тока обратной последовательности (ФТОП) представляет собой совокупность пофазно-подключенных вторичного измерительного трансформатора тока и трансреактора. При этом первичные трансформаторы тока включаются на разность токов в фазах «С» и «А», а трансреакторы – на разность токов «В» и «С». Переменные резистивные элементы, подключаемые параллельно трансформатору и трансреактору, создают напряжения, совпадающие по фазе друг с другом. Ввиду этого при подведении к фильтру составляющих прямой и обратной последовательностей на его выходе появится напряжение, пропорциональное току обратной последовательности. Таким образом, происходит отбор токов обратной последовательности основной частоты и совокупности гармонических составляющих, образующих дополнительную обратную последовательность [23]. Если трансформатор тока включить на разность токов  $I_B$  и  $I_A$ , и трансреактор – на разность  $I_C$  и  $I_B$ , то будет получен фильтр токов прямой последовательности (ФТПП), который будет вычленять совокупности гармоник, образующих прямую последо-

вательность. При подключении к зажимам ФТПП и ФТОП набора соответствующих узкополосных резонансных фильтров, каждый из которых настроен в резонанс с соответствующей гармоникой, будет происходить фильтрация дополнительных прямой и обратной последовательностей, образованных ВГС. Батарея конденсаторов 3 компенсирует нефункциональные потоки реактивной мощности и снижает соответствующие потери, образованные этими потоками.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Практическую реализацию предлагаемой модели балансирующего устройства рассмотрим на примере интеграции его имитационной модели в действующую систему электроснабжения (ДСЭ). В качестве ДСЭ использована система, питающая главный корпус Иркутского государственного аграрного университета имени А. А. Ежевского.

Исследование режимов работы данного объекта произведено в период с 10:00 11.04.2023 г. до 9:50 18.04.2023 г.). В качестве инструмента исследования использовался «Анализатор качества электрической энергии Sonel PQM-701». Измеряемые показатели усреднялись и фиксировались на жестком диске прибора в каждом из 10-минутных интервалов в соответствии с ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» [2]. За период наблюдения проанализировано 1008 таких интервалов. В качестве потребителей, получающих питание, представлены все виды групп электроприемников, находящихся в учебном корпусе. Источником питания является силовой трансформатор ТМГ 630-10/0,4 кВ, получающий питание по линии 10 кВ марки АС-35 протяженностью 425 м.

Измерение производилось на шинах РУ 0,4 кВ, которое получают питание по кабельной ЛЭП марки АВВГ, сечением 4x50 мм<sup>2</sup>, находящимся от шин ТП 0,4 кВ на расстоянии 26 м (рисунок 7).

Методологической основой исследования является описанный авторами ранее метод определения показателей несбалансированности при наличии в системе средства балансировки. Усовершенствование данного метода заключается в том, что в схемах замещения (рисунок 8) комплексные проводимости средства балансировки для прямой, обратной и нулевой последовательности содержат не только показатели последовательностей симметричных составляющих, обусловленных основной частотой, но и соответствующие показатели, обусловленные дополнительными совокупностями ВГС.



Рисунок 7 – Подключение Sonel PQM-701 к исследуемой электрической сети

На схемах рисунка 8 обозначено:

$$\begin{aligned} \underline{Y}_{01} &= \underline{Y}_1 + \underline{Y}_{S1} + \underline{Y}_{BD1}; & \underline{Y}_{02} &= \underline{Y}_2 + \underline{Y}_{S2} + \underline{Y}_{BD2}; \\ \underline{Y}_{00} &= \underline{Y}_0 + \underline{Y}_{S0} + \underline{Y}_{BD0}, \end{aligned} \tag{4}$$

где  $\underline{Y}_1; \underline{Y}_2; \underline{Y}_0$  – комплексные проводимости прямой, обратной и нулевой последовательностей, включающие параметры системы электропитания соответствующих последовательностей (линии 10 кВ силового трансформатора, линии 0,4 кВ);

$\underline{Y}_{S1}; \underline{Y}_{S2}$  – комплексные проводимости трёхфазной симметричной нагрузки, подключаемой в узле нагрузки;

$\underline{Y}_{BD1}; \underline{Y}_{BD2}; \underline{Y}_{BD0}$  – комплексные проводимости БУ, определяемые по выражениям аналогично формулам [24], в которые к компонентам последовательностей, обусловленных основной частотой, включены дополнительные составляющие прямой, обратной и нулевой последовательностей, образованных токами ВГС:

$$\begin{aligned} \underline{Y}_{BD1} &= \frac{1}{\left(2 \times \frac{U_{(1)}}{I_{(1)}}\right) \times 7.0714 + \sum \frac{U_{\Sigma(1)}}{I_{\Sigma(1)}}}; \\ \underline{Y}_{BD2} &= \frac{1}{\left(2 \times \frac{U_{(1)}}{I_{(1)}}\right) \times 7.0714 + \sum \frac{U_{\Sigma(2)}}{I_{\Sigma(2)}}}; \\ \underline{Y}_{BD0} &= 2 \times \left(\frac{3 \times I_{(0)}}{U_{(0)}}\right) + \sum \frac{3 \times I_{\Sigma(0)}}{U_{\Sigma(0)}}, \end{aligned} \tag{5}$$

где  $I_{(1)}, U_{(1)}, I_{(0)}, U_{(0)}$  – токи и напряжения прямой и нулевой последовательностей основной гармонической составляющей (50 Гц) соответственно;

$I_{\Sigma(1)}, I_{\Sigma(2)}, I_{\Sigma(0)}, U_{\Sigma(1)}, U_{\Sigma(2)}, U_{\Sigma(0)}$  – соответственно, суммы гармонических составляющих токов и напряжений, образующих дополнительные прямую, обратную и нулевую последовательности; их значения определяются по результатам измерения.

В качестве инструмента расчета исследуемых ПНР использован программный комплекс «Unbalance – 3» [8]. В данном программном комплексе введено дополнение соответствующими исходными данными в виде совокупностей модулей и аргументов коэффициентов ВГС токов и напряжений и произведена модернизация алгоритма программы в соответствии с измененными выражениями (5) для параметров БУ. Кроме того, предусмотрено изменение в расчёте потерь в элементах системы электропитания за счёт дополнительных совокупностей ВГС, а также за счет компенсации реактивной мощности.

На рисунке 9 представлены диаграммы изменения симметричных компонентов токовой нагрузки, обусловленных изменением основной гармоники и ВГС.

Анализ диаграмм (рисунок 9 а) показал, что среднее значение тока прямой последовательности основной частоты составило 31,35 А. При этом значение тока обратной последовательности  $I_{(2)}$  составляет 28,3 % тока  $I_{(1)}$  (8,85 А), а значение тока нулевой последовательности  $I_{(0)}$  – 49,9% (15,64 А). Дополнительные прямая, обратная и нулевая последовательности, обусловленные эмиссией ВГС токов  $I_{(7)}, I_{(5)}$  и  $I_{(3)}$  соответственно составили 6,5 % (2,04 А), 4,33% (1,36 А) и 1,67 % (0,52 А). Гармоники токов иных порядков не учитывались, поскольку их значение не превышает 1 % тока основной частоты. Несмотря на незначительную величину токов ВГС, токи обратной и нулевой последовательностей основной частоты достаточно велики, что отчетливо проявляется при анализе коэффициента потерь, обусловленного всеми компонентами прямой, обратной и нулевой последовательностей (рисунок 10).

Как видно из графика (рисунок 10), коэффициент потерь достигает значительной величины, и его усредненное значение составило 5,5. Это означает, что по сравнению с потерями обусловленными только токами прямой последовательности, реальное значение потерь превышает их в 5,5 раз.

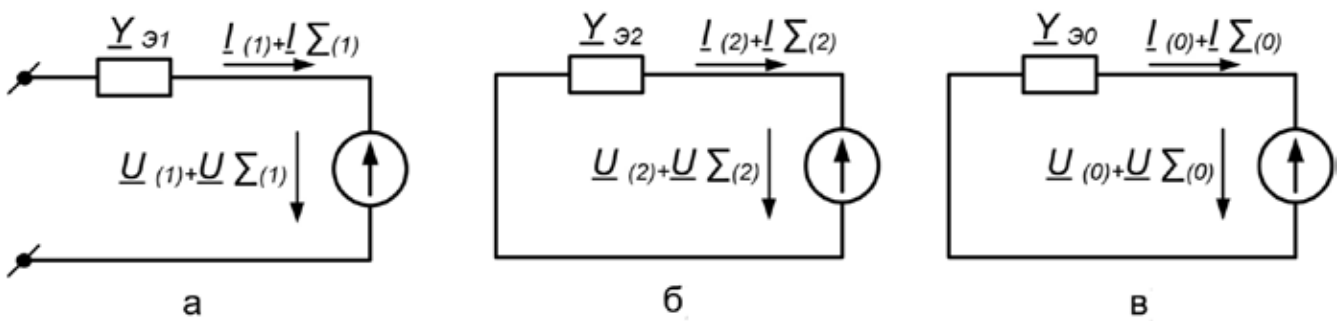


Рисунок 8 – Эквивалентные схемы замещения прямой (а), обратной (б) и нулевой последовательности (в) исследуемой системы электроснабжения

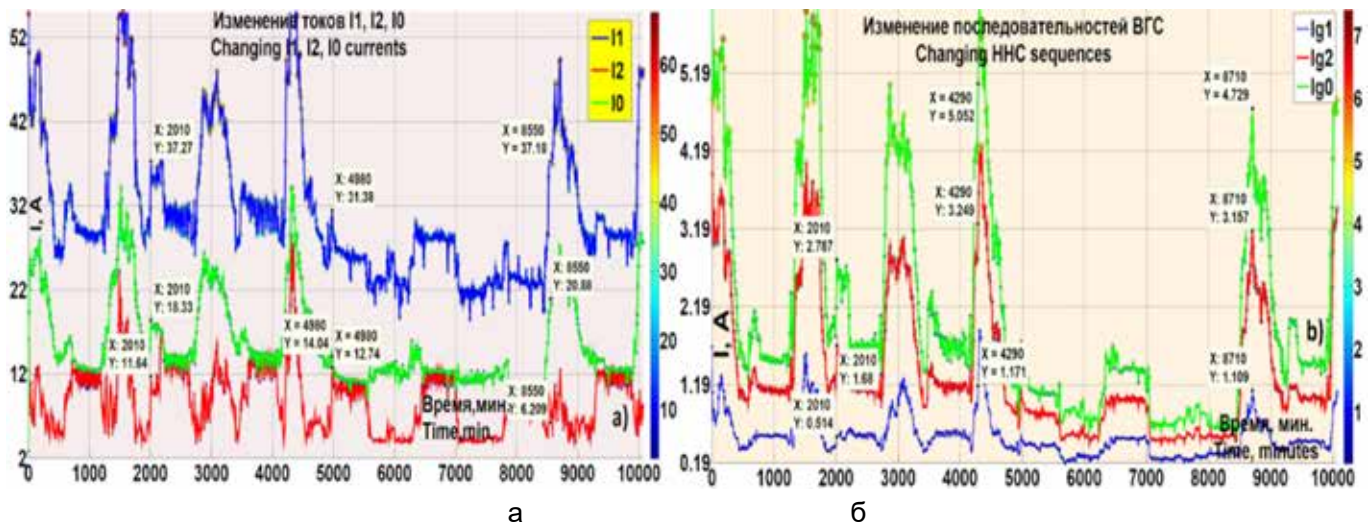


Рисунок 9 – Изменение компонентов симметричных составляющих токов основной частоты (а) и ВГС (б)



Рисунок 10 – Изменение коэффициента потерь мощности в исследуемой системе электроснабжения

Аналогично коэффициенту потерь происходит снижение и реальных потерь в элементах электрической сети (линия низкого напряжения от РП до шин 0,4 кВ силового трансформатора и силовой трансформатор – рисунок 11).

В результате анализа диаграмм (рисунок 11) установлено, что снижение потерь полной мощности в исследуемой сети при включении БУ составит 78,3 % (с 28,83 кВА до 6,26 кВА). То есть снижение потерь полной мощности в десятиминутном

промежутке составило 22,57 кВА. По данным проведенных измерений, усредненное значение коэффициента активной мощности составило 0,98. При условии, что электропотребление в университете останется на таком же уровне в течение года, ежегодное снижение потерь электроэнергии при работе БУ составит 1 162 553 кВт.

Эффективность влияния БУ на некоторые ПНР представлена на рисунке 12.

Анализ рисунка 12 показал, что коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности и установившееся отклонение напряжения не превышают норм качества ЭЭ, установленных ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» [2]. Это вполне объяснимо, поскольку участок линии низкого напряжения от шин силового трансформатора до распределительного устройства, где устанавливалось средство измерения и имитируется подключение БУ, имеет незначительную протяженность. Наиболее показательным является контроль данных параметров в узлах потребления на территории

университета. Вместе с этим эффективность балансировки предлагаемого устройства отчетливо проявляется в снижении указанных показателей при включении БУ: коэффициент  $K_{OU}$  снижается на 83 % (с 0,64 до 0,1 %), а  $\delta U$  – на 69,2 % (с 5,23 до 1,61 %).

Как показали произведенные расчеты, использование батареи конденсаторов для целей компенсации реактивной мощности не требуется, поскольку расчетное значение требуемой мощности компенсирующего устройства на протяжении всего периода измерения имеет отрицательное значение, следовательно, подключение БК приведет к увеличению потерь активной мощности.

В целом, применение разработанного балансирующего устройства для целей компенсации дополнительных потерь и улучшения показателей качества электрической энергии повышает эффективность его использования.

В таблице представлены итоговые результаты интеграции имитационной модели предлагаемого балансирующего устройства в исследуемую систему электроснабжения университета.

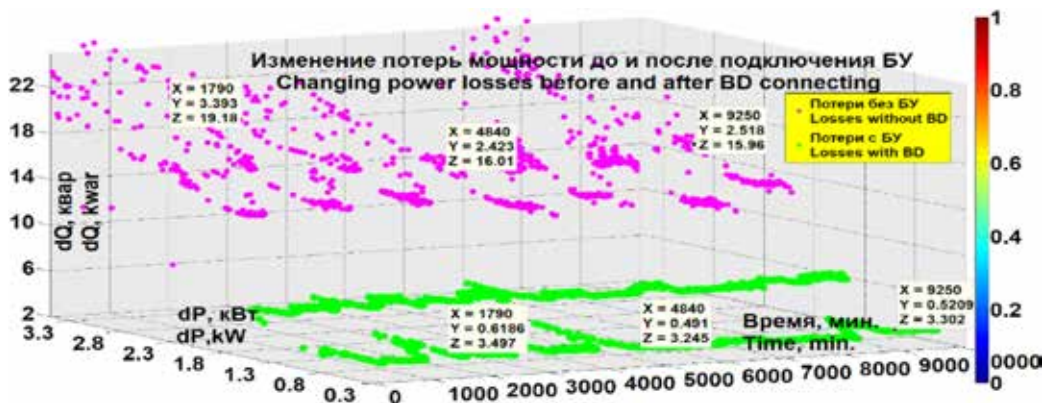


Рисунок 11 – Диаграмма изменения потерь мощности до и после подключения БУ в исследуемой электрической сети

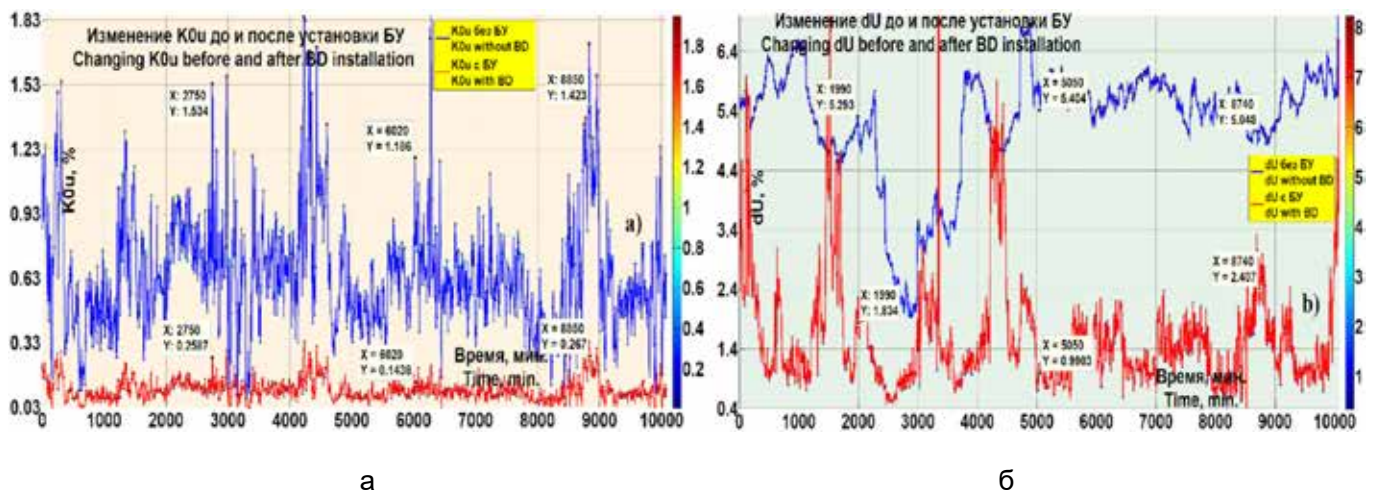


Рисунок 12 – Диаграммы изменения ПНР в исследуемой сети: а) коэффициента  $K_{OU}$ , б) показателя

Таблица – Результаты интегрирования имитационной модели балансирующего устройства в исследуемую систему электроснабжения

Значения исследуемых показателей в сети без БУ			Значения исследуемых показателей в сети при включении БУ		
KOU, %	,%	Потери полной мощности, кВА	KOU, %		Потери полной мощности, кВА
0,64	5,23	28,83	0,1	1,61	6,26

**Заключение.** На основании проведенных исследований установлено, что различные группы электроприемников, в зависимости от их хозяйственной направленности, в силу специфики их функционирования, а также условий размещения и эксплуатации, создают нефункциональные потоки токовой нагрузки, обусловленные несимметрично-несинусоидальными режимами электропотребления. Несбалансированные потоки в значительной степени искажают нормы качества электрической энергии и создают дополнительные потери электрической энергии. Наиболее эффективным техническим средством, минимизирующим эти потоки, может служить предлагаемое балансирующее устройство, которое в автоматическом режиме, без сложных средств управления позволяет исключать несбалансированные потоки из общей электромагнитной среды электропотребления. На основе произведенного имитационного моделирования и расчетов с использованием разработанных методов и программного обеспечения этих расчетов позволили продемонстрировать эффективность предлагаемого технического решения по нормализации режимов работы низковольтных систем электроснабжения. Эффективность балансировки предлагаемого устройства превышает 70 %.

#### Список источников

1. Наумов И.В., Подъячих С.В. Разработка технических средств для оценки и минимизации последствий несбалансированных режимов в низковольтных электрических сетях // Системные исследования в энергетике 2023: материалы IV Международной конференции. Иркутск, 2023. С. 148-150.
2. ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Стандартинформ, 2014. 16 с.
3. Наумов И.В. Повышение эффективности электропотребления в условиях изменяющегося качества электрической энергии // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. 2023. Т. 16. № 5. С. 559-574. EDN: EJXZHF.
4. Наумов И.В., Федоринова Э.С., Якупова М.А. Минимизация последствий искажения электрической энергии при несимметрично-несинусоидальном электропотреблении // Промышленная энергетика. 2023. № 3. С. 52-61. EDN: YQTRAK.

5. Матвиенко В.А. Основы теории цепей: учебное пособие для вузов. Екатеринбург: УМЦ УПИ, 2016. 162 с. EDN: XCUZIV.

6. Коверникова Л.И. Централизованное снижение уровня высших гармоник в сети с нелинейными нагрузками с помощью пассивных фильтров // Электричество. 2010. № 9. С. 50-55. EDN: MUGWJZ.

7. Наумов И.В. Устройство для снижения потерь в электрических сетях с нелинейно-несимметричной нагрузкой // Электричество. 2023. № 6. С. 57-66. DOI: 10.24160/0013-5380-2023-6-57-66. EDN: FJYVCA.

8. Наумов И.В. «Unbalance – 3». Программа расчёта несбалансированных режимов работы низковольтных электрических сетей: № 2023682840; заявл. 01.11.2023; опублик. 13.11.2023. EDN: KSVWQC.

9. ГОСТ 30804.4.30-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерения показателей качества электрической энергии. М.: Стандартинформ, 2020. 69 с.

10. Trends in Power Quality, Harmonic Mitigation and Standards for Light and Heavy Industries: A Review / D. Lumbreras [et al.] // Energies. 2020. № 13 (21). P. 5792. DOI: 10.3390/en13215792.

11. Результаты анализа качества и безопасности электроэнергии на производственном объекте / С.М. Оськин [и др.] // Чрезвычайные ситуации: промышленная и экологическая безопасность. 2017. № 4 (32). С. 149-155. EDN: RYSQBE.

12. Коновалов Ю.В., Воробьев И.И. Анализ качества электроэнергии на предприятии // Вестник Ангарской государственной технической академии. 2014. № 8. С. 57-60. EDN: TAVLDP.

13. Амеликина Н.А., Бодрухина С.С., Цырук С.А. Определение фактического вклада искажения качества электрической энергии в точке общего присоединения от несимметричных потребителей // Электрика. 2005. № 4. С. 17-21.

14. Power Quality: Scientific Collaboration Networks and Research Trends / G. Francisco [et al.] // Energies. 2018. № 11 (8). P. 2067. DOI: 10.3390/en11082067.

15. Абдиева З.Э., Назаров Б.Б. Причины возникновения несимметричных режимов в электрических сетях 0,38кВ // Наука и инновационные технологии. 2017. № 1 (3). С. 64-67. EDN: YMGZTU.

16. Козловская В.Б., Калечиц В.Н. Несимметричные режимы работы линий наружного освещения // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объ-



единений СНГ. 2019. Т. 62. № 3. С. 232-246. DOI: 10.21122/1029-7448-2019-62-3-232-246. EDN: AUDEM.W.

17. Костюков Д.А. Оценка вклада потребителя в несимметрию напряжений по нулевой последовательности в точке общего присоединения // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2018. № 6 (69). С. 24-34. DOI: 10.37493/2307-907X-2018-69-6-24-34. EDN: YWPRNJ.

18. Килин С.В., Вендин С.В. Анализ несинусоидальности и несимметрии в электрических сетях 0,4-10 кВ // Проблемы электрификации сельского хозяйства: сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции. Ярославль, 2018. С. 15-21. EDN: XNIJZJ.

19. Analysis of unbalanced load low-voltage electrical networks operating modes / I.V. Naumov [et al.] // E3S Web of Conferences: International Scientific Forum on Sustainable Development and Innovation (WFSDI 2021). 2021. Vol. 295. P. 02005. DOI: 10.1051/e3sconf/202129502005. EDN: FTGQEC.

20. Наумов И.В. К вопросу управления несимметричными режимами работы распределительных электрических сетей 0,38 кВ // Промышленная энергетика. 2022. № 5. С. 2-14. DOI: 10.34831/EP.2022.25.51.001. EDN: MSKKDT.

21. Naumov I.V. An Analysis of Fires Due to Violation of the Rules for Design and Operation of Electrical Plants, and How to Prevent them in Residential Buildings (on the Example of the Amur Region) // International Science and Technology Conference «EastConf» INSPEC. 2019. DOI: 10.1109/EastConf.2019.8725407.

22. Reply to "Comment on 'Origin of symmetry-forbidden high-order harmonic generation in the time-dependent Kohn-Sham formulation'" / X. Zang [et al.] // Physical Review A. 2022. № 105 (4). DOI 10.1103/physreva.105.047102.

23. Наумов И.В. Устройство для снижения потерь в электрических сетях с нелинейно-несимметричной нагрузкой // Электричество. 2023. № 6. С. 57-66. DOI: 10.24160/0013-5380-2023-6-57-66. EDN: FJYVCA.

24. Наумов И.В., Подъячих С.В., Третьяков А.Н. Управление потоками высших гармонических составляющих в цеховых электрических сетях промышленных предприятий // Грозненский естественнонаучный бюллетень. 2023. Т. 8. № 3 (33). С. 115-124. DOI: 10.25744/genb.2023.33.3.016. EDN: MCNCCG.

### References

1. Naumov I.V., Podyachikh S.V. Razrabotka tekhnicheskikh sredstv dlya otsenki i minimizatsii posledstviy nesbalansirovannykh rezhimov v nizkovol'tnykh elektricheskikh setyakh [Development of technical means for assessing and minimizing the consequences of unbalanced modes in low-voltage

electrical networks]. Proceedings of the IV International Conference «System Research in Energy 2023». Irkutsk; 2023: 148-150. (In Russ).

2. GOST 32144-2013 Normy kachestva elektricheskoy energii v sistemakh elektrosnabzheniya obshchego naznacheniya [Standards for the quality of electrical energy in general-purpose power supply systems]. M.: Standartinform; 2014: 16. (In Russ).

3. Naumov I.V. Povyshenie effektivnosti elektropotrebleniya v usloviyakh izmenyayushchegosya kachestva elektricheskoy energii [Increasing the efficiency of power consumption in conditions of changing quality of electrical energy]. *Journal of siberian federal university. Engineering and technologies*. 2023; (16-5): 559-574. EDN: EJXZHF. (In Russ).

4. Naumov I.V., Fedorinova E.S., Yakupova M.A. Minimizatsiya posledstviy iskazheniya elektricheskoy energii pri nesimmetrichno-nesinusoidal'nom elektropotreblenii [Minimizing the consequences of electrical energy distortion with asymmetrical-non-sinusoidal power consumption]. *Promyshlennaya energetika*. 2023; (3): 52-61. EDN: YQTRAK. (In Russ).

5. Matvienko V.A. *Osnovy teorii tsepei: uchebnoe posobie dlya vuzov* [Fundamentals of circuit theory: a textbook for universities]. Ekaterinburg: UMTs UPI; 2016: 162. EDN: XCUZIV. (In Russ).

6. Kovernikova L.I. Tsentralizovannoe snizhenie urovnya vysshikh garmonik v seti s nelineinymi nagruzkami s pomoshch'yu passivnykh fil'trov [Centralized reduction of the level of higher harmonics in a network with nonlinear loads using passive filters]. *Elektrichestvo*. 2010; (9): 50-55. EDN: MUGWJZ. (In Russ).

7. Naumov I.V. Ustroystvo dlya snizheniya poter' v elektricheskikh setyakh s nelineino-nesimmetrichnoi nagruzkoi [Device for reducing losses in electrical networks with nonlinear and asymmetrical loads]. *Elektrichestvo*. 2023; (6): 57-66. DOI: 10.24160/0013-5380-2023-6-57-66. EDN: FJYVCA. (In Russ).

8. Naumov I.V. «Unbalance – 3». Programma rascheta nesbalansirovannykh rezhimov raboty nizkovol'tnykh elektricheskikh setei: № 2023682840 [«Unbalance - 3». Program for calculating unbalanced operating modes of low-voltage electrical networks: No. 2023682840]. application 01 november 2023; published 13 november 2023. EDN: KSVWQC. (In Russ).

9. GOST 30804.4.30-2013 Elektricheskaya energiya. Sovmestimost' tekhnicheskikh sredstv elektromagnitnaya. Metody izmereniya pokazatelei kachestva elektricheskoy energii [Electric Energy. Electromagnetic compatibility of technical equipment. Methods for measuring electrical energy quality indicators]. M.: Standartinform; 2020: 69. (In Russ).

10. Lumberras D. et al. Trends in Power Quality, Harmonic Mitigation and Standards for Light and Heavy Industries: A Review. *Energies*. 2020; (13-21): 5792. DOI: 10.3390/en13215792.

11. Oskin S.M. Rezul'taty analiza kachestva i bezopasnosti elektroenergii na proizvodst-

vennom objekte [Results of analysis of the quality and safety of electricity at a production facility]. *Chrezvychainye situatsii: promyshlennaya i ekologicheskaya bezopasnost'*. 2017; (4-32): 149-155. EDN: RYSQBE. (In Russ).

12. Konovalov Yu.V., Vorobyov I.I. Analiz kachestva elektroenergii na predpriyatii [Analysis of power quality at the enterprise]. *Vestnik Angarskoi gosudarstvennoi tekhnicheskoi akademii*. 2014; (8): 57-60. EDN: TAVLDP. (In Russ).

13. Amelkina N.A., Bodrukhina S.S., Tsyruk S.A. Opredelenie fakticheskogo vklada iskazheniya kachestva elektricheskoi energii v tochke obshchego prisoedineniya ot nesimmetrichnykh potrebitel'ei [Determination of the actual contribution of distortion in the quality of electrical energy at the point of common connection from asymmetrical consumers]. *Elektrika*. 2005; (4): 17-21. (In Russ).

14. Francisco G. et al. Power Quality: Scientific Collaboration Networks and Research Trends. *Energies*. 2018; (11-8): 2067. DOI: 10.3390/en11082067.

15. Abdieva Z.E., Nazarov B.B. Prichiny vozni knoveniya nesimmetrichnykh rezhimov v elektricheskikh setyakh 0,38kV [Reasons for the occurrence of asymmetrical modes in 0.38 kV electrical networks]. *Science and innovative technologies*. 2017; (1-3): 64-67. EDN: YMGZTU. (In Russ).

16. Kozlovskaya V.B., Kalechits V.N. Nesimmetrichnye rezhimy raboty linii naruzhnogo osveshcheniya [Asymmetrical operating modes of outdoor lighting lines]. *Energetika. Proceedings of cis higher education institutions and power engineering associations*. 2019; (62-3): 232-246. DOI: 10.21122/1029-7448-2019-62-3-232-246. EDN: AUDEMW. (In Russ).

17. Kostyukov D.A. Otsenka vklada potrebitelya v nesimetriyu napryazhenii po nulevoi posledovatel'nosti v tochke obshchego prisoedineniya [Assessment of the consumer's contribution to voltage asymmetry based on the zero sequence at the point of common connection]. *Newsletter of North-Caucasus federal university*. 2018; (6-69): 24-34. DOI: 10.37493/2307-907X-2018-69-6-24-34. EDN: YWPRNJ. (In Russ).

18. Kilin S.V., Vendin S.V. Analiz nesinusoidal'nosti i nesimetrii v elektricheskikh setyakh 0,4-10 kV [Analysis of non-sinusoidality and asymmetry in electrical networks 0.4-10 kV]. Collection of scientific papers based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference «Problems of electrification of agriculture». Yaroslavl; 2018: 15-21. EDN: XNIJZJ. (In Russ).

19. Naumov I.V. et al. Analysis of unbalanced load low-voltage electrical networks operating modes. *E3S Web of Conferences: International Scientific Forum on Sustainable Development*

*and Innovation (WFSDI 2021)*. 2021; (295): 02005. DOI: 10.1051/e3sconf/202129502005. EDN: FTGQEC.

20. Naumov I.V. K voprosu upravleniya nesimmetrichnymi rezhimami raboty raspredelitel'nykh elektricheskikh setei 0,38 kV [On the issue of managing asymmetrical operating modes of 0.38 kV electrical distribution networks]. *Promyshlennaya energetika*. 2022; (5): 2-14. DOI: 10.34831/EP.2022.25.51.001. EDN: MSKKDT. (In Russ).

21. Naumov I.V. An Analysis of Fires Due to Violation of the Rules for Design and Operation of Electrical Plants, and How to Prevent them in Residential Buildings (on the Example of the Amur Region). *International Science and Technology Conference «EastConf» INSPEC*. 2019. DOI: 10.1109/EastConf.2019.8725407.

22. Zang X. et al. Reply to "Comment on 'Origin of symmetry-forbidden high-order harmonic generation in the time-dependent Kohn-Sham formulation'". *Physical Review A*. 2022; (105-4). DOI 10.1103/physreva.105.047102.

23. Naumov I.V. Ustroistvo dlya snizheniya pot'er v elektricheskikh setyakh s nelineino-nesimmetrichnoi nagruzkoj [Device for reducing losses in electrical networks with nonlinear and asymmetrical loads]. *Elektrichestvo*. 2023; (6): 57-66. DOI: 10.24160/0013-5380-2023-6-57-66. EDN: FJYVCA. (In Russ).

24. Naumov I.V., Podyachikh S.V., Tretyakov A.N. Upravlenie potokami vysshikh garmonicheskikh sostavlyayushchikh v tsekhovykh elektricheskikh setyakh promyshlennykh predpriyatii [Control of flows of higher harmonic components in workshop electrical networks of industrial enterprises]. *Grozny natural science bulletin*. 2023; (8-3-33): 115-124. DOI: 10.25744/genb.2023.33.3.016. EDN: MCNCCG. (In Russ).

#### Информация об авторах

И.В. Наумов – доктор технических наук, профессор; AuthorID 168795.

С.В. Подъячих – кандидат технических наук, доцент; AuthorID 411005.

#### Information about the author

I.V. Naumov – Doctor of Technical Sciences, Professor; AuthorID 168795.

S.V. Podyachikh – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; AuthorID 411005.

Статья поступила в редакцию 16.01.2024; одобрена после рецензирования 05.03.2024; принята к публикации 19.03.2024.

The article was submitted 16.01.2024; approved after reviewing 05.03.2024; accepted for publication 19.03.2024.

# ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСИ СТАТЬИ

## Общие требования к рукописям научных статей, представляемым для публикации в журнале «Вестник Курганской ГСХА»

Статьи или научные обзоры должны быть написаны на актуальную тематику и отражать достижения современной науки по направлениям:

- 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство
- 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений
- 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства
- 4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных
- 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса
- 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса

Автор представляет статью, заявку и сопроводительное письмо организации в электронном варианте на адрес электронной почты [vestnik\\_kgcxa@kgsu.ru](mailto:vestnik_kgcxa@kgsu.ru) или [kgshavestnik@mail.ru](mailto:kgshavestnik@mail.ru).

В сопроводительном письме организации должны быть отражены название статьи, авторы, подтверждение авторских прав и оригинальности представленных материалов.

### Требования к объёму статьи и ее оформлению

- Объём статьи: не менее 0,5 п.л. (20 тыс. знаков с пробелами без списка источников, что соответствует 10 стр.) и не более 1 п.л. (40 тыс. знаков с пробелами, что соответствует 20 стр.);
- Поля: правое, левое, верхнее, нижнее – 2 см;
- Шрифт: Times New Roman;
- Кегель: 14;
- Интервал: 1,5;
- Форматирование: по ширине с абзацным отступом 1,25 см, автоматическая расстановка переносов.

### Структура и оформление статьи

- 1 УДК (шифр библиотечной Универсальной Десятичной Классификации).
- 2 Код ВАК.
- 3 Название статьи (ПРОПИСНЫМИ БУКВАМИ).
- 4 Имя, отчество, фамилия автора (авторов) полностью.
- 5 Полное название организации, в которой работает (учится) автор или авторы, местоположение организации, страна, e-mail автора (ов), AuthorID автора (ов), ORCID автора (ов).
- 6 Количество авторов – не более 5.
- 7 Расширенная аннотация объемом **не более 250 слов** с указанием конкретных результатов исследования.
- 8 Ключевые слова, словосочетания (до 10 слов).
- 9 Информация, указанная в п. 3-7, на английском языке.
- 10 Текст статьи с включённым иллюстративным материалом (таблицы, рисунки). Статья должна содержать обязательные части, начинающиеся выделенными полужирным шрифтом словами: **Введение. Материалы и методы. Результаты исследований и их обсуждение. Заключение. Список источников.**
- 11 Уникальность представленного текста – не менее 75 % (самоцитирование – не более 30 %).
- 12 Список источников, который должен быть оформлен согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008 и содержать не менее 15 источников, в т.ч.:
  - доля ссылок на публикации в журналах из ядра РИНЦ за последние 8 лет должны составлять не менее 50 % списка источников;
  - доля ссылок на журналы, включенные в базы данных Web of Science и Scopus за последние 8 лет, должна составлять не менее 30 % (список журналов, включенных в базу данных Scopus, можно посмотреть по ссылке <http://elsevierscience.ru/products/scopus/> или <https://www.scopus.com/>, список журналов, включенных в базу данных Web of Science можно посмотреть по ссылке <https://mjl.clarivate.com/>).
  - ссылки на публикации из периодических изданий – журналов за последние 5 лет, диссертации, авторефераты, патенты и иные источники – не более 30 %.
  - ссылки на собственные работы авторов статьи не должны превышать 30 % от списка источников.
- 13 Список источников на английском языке (References), оформленный по стилю VancouverStyle.

### Требование к аннотации

Аннотация должна в одном абзаце отражать содержание статьи. Главное требование к аннотации – информативность. В аннотации должны быть продемонстрированы особенности и достоинства статьи, ее научная новизна и уникальность.

Аннотация должна включать следующие элементы: цель; методика; результаты; выводы.

Английский вариант аннотации не должен быть механическим переводом русского варианта. Необходимо выстраивать аннотацию с учетом лексики и грамматики английского языка.

Объем аннотации должен быть не более 250 слов. Текст аннотации не должен повторять название и текст статьи. **Авторская аннотация призвана выполнять функцию независимого от статьи источника информации и не должна дословно дублировать текст статьи!**

Более подробно с требованиями к оформлению рукописи статьи можно ознакомиться на сайте ФГБОУ ВО Курганский государственный университет (<https://kgsu.ru>), раздел «Наука и инновации», подраздел «Научный журнал «Вестник Курганской ГСХА».

