

ISSN (print) 1997-4868  
e ISSN 2307-0005

# АГРАРНЫЙ ВЕСТНИК УРАЛА

AGRARIAN BULLETIN  
OF THE URALS

2019  
№08 (187)



*Сведения о редакционной коллегии*

**И. М. Донник** (главный редактор), академик РАН, вице-президент РАН (Москва, Россия)

**О. Г. Лоретц** (заместитель главного редактора), ректор Уральского ГАУ (Екатеринбург, Россия)

*Члены редакционной коллегии*

**Н. В. Абрамов**, Государственный аграрный университет Северного Зауралья (Тюмень, Россия)

**В. Д. Богданов**, член-корреспондент РАН, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук (Екатеринбург, Россия)

**В. Н. Большаков**, академик РАН, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (Екатеринбург, Россия)

**О. А. Быкова**, Уральский ГАУ (Екатеринбург, Россия)

**Б. А. Воронин**, Уральский ГАУ (Екатеринбург, Россия)

**Э. Д. Джавадов**, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт птицеводства (Ломоносов, Санкт-Петербург, Россия)

**Л. И. Дроздова**, Уральский ГАУ (Екатеринбург, Россия)

**А. С. Донченко**, академик РАН, Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока (Новосибирск, Россия)

**Н. Н. Зезин**, Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Екатеринбург, Россия)

**С. Б. Исмуратов**, Костанайский инженерно-экономический университет им. М. Дулатова (Костанай, Казахстан)

**В. В. Калашников**, академик РАН, Отделение сельскохозяйственных наук РАН, Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства (Рязань, Россия)

**А. Г. Коцаев**, Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия)

**В. С. Мымрин**, ОАО «Уралплемцентр» (Екатеринбург, Россия)

**А. Г. Нежданов**, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии (Воронеж, Россия)

**М. С. Норов**, Таджикский аграрный университет имени Шириншо Шотемур (Душанбе, Таджикистан)

**В. С. Паштецкий**, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма (Симферополь, Россия)

**Ю. В. Плугатарь**, член-корреспондент РАН, член Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, начальник Отдела РАН по взаимодействию с научными организациями Крыма и города федерального значения Севастополя, Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН (г. Ялта, Россия)

**А. Г. Самodelкин**, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия (Нижний Новгород, Россия)

**А. А. Стекольников**, Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Россия)

**В. Г. Тюрин**, Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии (Москва, Россия)

**И. Г. Ушачев**, академик РАН, Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства (Москва, Россия)

**С. В. Шабунин**, академик РАН, Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии Россельхозакадемии (Воронеж, Россия)

**И. А. Шкуратова**, Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт (Екатеринбург, Россия)

*Editorial board*

**Irina M. Donnik** (Editor-in-Chief), Academician of the Russian Academy of Sciences, Vice President of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

**Olga G. Lorets** (Deputy Chief Editor), rector of the Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)

*Editorial Team*

**Nikolay V. Abramov**, Northern Trans-Ural State Agricultural University (Tyumen, Russia)

**Vladimir D. Bogdanov**, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Plant and Animal Ecology of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences (Ekaterinburg, Russia)

**Vladimir N. Bolshakov**, Academician of the Russian Academy of Sciences; Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (Ekaterinburg, Russia)

**Olga A. Bykova**, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)

**Boris A. Voronin**, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)

**Eduard D. Djavadov**, All-Russian Research and Technological Poultry Institute (St. Petersburg, Russia)

**Lydmila I. Drozdova**, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, Russia)

**Alexander S. Donchenko**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Institute of Experimental Veterinary Science of Siberia and the Far East (Novosibirsk, Russia)

**Nikita N. Zezin**, Ural research Institute of agricultural (Ekaterinburg, Russia)

**Sabit B. Ismuratov**, Kostanay engineering and economics university named after M. Dulatov (Kostanay, Kazakhstan)

**Valery V. Kalashnikov**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Department of Agricultural Sciences РАН, The All-Russian Research Institute for Horsebreeding (Ryazan, Russia)

**Andrei G. Koshaev**, Kuban State Agrarian University (Krasnodar, Russia)

**Vladimir S. Mymrin**, Open Joint-Stock Company «Ural Tribal Center» (Ekaterinburg, Russia)

**Anatoly G. Nezhdanov**, All-Russian veterinary research institute of pathology, pharmacology and therapy of the Russian academy of agricultural sciences (Voronezh, Russia)

**Mastibek S. Norov**, Tajik Agrarian University named Shirinsho Shotemur (Dushanbe, Tajikistan)

**Vladimir S. Pashteckiy**, Research Institute of Agriculture of Crimea (Simferopol, Russia)

**Yrii V. Plugatar**, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, member of the Presidential Council for Science and Education, Head of the Department of the Russian Academy of Sciences for Cooperation with Scientific Organizations of Crimea and Sevastopol, The Nikitsky Botanical Gardens - National Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Yalta, Russia

**Alexandr G. Samodelkin**, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy (Nizhny Novgorod, Russia)

**Anatoly A. Stekolnikov**, Saint-Petersburg State Academy of Veterinary Medicine (St. Petersburg, Russia)

**Vladimir G. Tyrin**, All-Russian Research Institute for Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology (Moscow, Russia)

**Ivan G. Ushachev**, Academician of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Center of Agrarian Economy and Social Development of Rural Areas – All-Russian Research Institute of Agricultural Economics (Moscow, Russia)

**Sergei V. Shabunin**, Academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian veterinary research institute of pathology, pharmacology and therapy of the Russian academy of agricultural sciences (Voronezh, Russia)

**Irina A. Shkuratova**, Ural Research Veterinary Institute (Ekaterinburg, Russia)

**Нас индексируют / Indexed**

**eLIBRARY.RU**



**Food and Agriculture Organization of the United Nations**

**CYBERLENINKA**



**ULRICHSWEB™**  
GLOBAL SERIALS DIRECTORY



ВЫСШАЯ  
АТТЕСТАЦИОННАЯ КОМИССИЯ (ВАК)  
При Министерстве образования и науки  
Российской Федерации

**Google**  
Академия



Содержание

Contents

*Агротехнологии*

*Agrotechnologies*

*А. В. Абрамчук, С. К. Мингалиев, М. Ю. Карпукхин* 2  
Перспективы возделывания иммуностимулирующих растений на Среднем Урале

*A. V. Abramchuk, S. K. Mingalev, M. Yu. Karpukhin*  
Prospects of cultivation immunostimulant plants in the Middle Urals

*С. П. Арышева, Д. Г. Свириденко, А. Н. Ратников, К. В. Петров, В. Н. Мазуров, П. С. Семешкина* 8  
Влияние агромелиоративных и агрохимических мероприятий на продуктивность полевых культур, подвижность <sup>90</sup>Sr в почве и его поступление в растения

*S. P. Arysheva, D. G. Sviridenko, A. N. Ratnikov, K. V. Petrov, V. N. Mazurov, P. S. Semeshkina*  
Effect of agromeliorative and agrochemical measures on productivity, mobility of <sup>90</sup>Sr in soil and its admission to the plant

*В. А. Афанасьев, А. Н. Остриков, А. А. Шевцов, А. В. Терехина, А. И. Александров* 16  
Инновационная технология производства флокированных зерен для стартерных и престаартерных комбикормов с использованием очищенного биогаза

*V. A. Afanasiev, A. N. Ostrikov, A. A. Shevtsov, A. V. Terekhina, A. I. Aleksandrov*  
Innovative technology of production of floked grains for starter and prestarter food with the use of purified biogas

*К. С. Зайнуллина, О. В. Шалаева, Ж. Э. Михович* 28  
Интродукция видов семейства *Poaceae* для декоративного использования на Севере

*K. S. Zainullina, O. V. Shalaeva, Zh. E. Mikhovich*  
Introduction of *Poaceae* species for decorative use in the North

*Биология и биотехнологии*

*Biology and biotechnologies*

*В. Ф. Гридин, С. Л. Гридина, К. В. Новицкая* 34  
Давление (прессинг) генетического потенциала продуктивности материнских предков быков-производителей на молочную продуктивность дочерей

*V. F. Gridin, S. L. Gridina, K. V. Novitskaya*  
Pressure of the genetic productivity potential of the female ancestors of sires on milk production of their daughters

*Е. А. Колесник, Д. Ю. Нохрин, Ю. Г. Грибовский, А. Н. Торчицкий* 39  
Оценка лейкоцитарного профиля промысловой рыбы из озёр Челябинской области

*E. A. Kolesnik, D. Yu. Nokhrin, Y.G. Gribovsky, A. N. Torchiitsky*  
Assessment of leukocitar profile a fish's of the fishfarming farm lakes of the Chelyabinsk region

*Е. С. Слепцов, Н. В. Винокуров, В. И. Федоров* 45  
Изучение сроков отела и гона домашних северных оленей в различных зонах Республики Саха (Якутия)

*E. S. Sleptsov, N. V. Vinokurov, V. I. Fedorov*  
The study of the timing of calving and breeding domesticated reindeer in different areas of the Republic of Sakha (Yakutia)

*Е. В. Шацких, О. В. Молоканова* 50  
Кормовая добавка протеолитического действия в составе комбикорма для цыплят-бройлеров

*E. V. Shatskikh, O. V. Molokanova*  
Feed additive proteolytic action in the composition of feed for broiler chickens

*Экономика*

*Economy*

*Б. М. Бизенгин, Б. А. Кушхова* 55  
Формирование пятого технологического уклада в сельском хозяйстве КБР: особенности, основные элементы и тенденции

*B. M. Bizengin, B. A. Kushkhova*  
The formation of the fifth technological mode in agriculture KBR: features, highlights and trends

*С. Г. Головина, Е. Е. Лоретц, И. Н. Миколайчик, Л. Н. Смирнова* 65  
Проблемы развития фермерства в сложившихся условиях среды

*S. G. Golovina, E. E. Loretts, I. N. Mikolaychik, L. N. Smirnova*  
Problems of farming development in current environment

*Р. Т. Латыпов, Г. П. Малейкина, А. В. Ручкин* 75  
Грантовая поддержка реализации государственных программ и проектов по развитию крестьянских (фермерских) хозяйств: опыт региона и ключевые проблемы

*R. T. Latypov, G. P. Maleykina, A. V. Ruchkin*  
Grant support for the implementation of state programs and projects for the development of peasant (farmer) farms: regional experience and key problems

*Е. А. Скворцов, В. И. Набоков, К. В. Некрасов, Е. Г. Скворцова, М. И. Кротов* 91  
Применение технологий искусственного интеллекта в сельском хозяйстве

*E. A. Skvortsov, V. I. Nabokov, K. V. Nekrasov, E. G. Skvortsova, M. I. Krotov*  
Application of technologies of artificial intelligence in agriculture

## Перспективы возделывания иммуностимулирующих растений на Среднем Урале

А. В. Абрамчук<sup>1</sup>, С. К. Мингалев<sup>1</sup>, М. Ю. Карпухин<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: mkarpukhin@yandex.ru

**Аннотация.** Опыт на тему «Перспективы возделывания иммуностимулирующих растений на Среднем Урале» был заложен в учебно-опытном хозяйстве «Уралец», на коллекционном участке лекарственных растений Уральского ГАУ, расположенном в Белоярском районе Свердловской области. В эксперименте изучались 4 вида, относящиеся к группе иммуностимулирующих: золотой корень (*Rhodiola rosea* L.), маралий корень (*Rhaponticum carthamoides* Willd.), шлемник байкальский (*Scutellaria baicalensis* Georgi), эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* Moench). Результаты, полученные в процессе исследования, показали, что изучаемые виды довольно существенно отличаются по морфо-биологическим особенностям, фенологической ритмике, структурному составу, продуктивности надземной и подземной биомассы. Из изученных растений медленной ритмикой развития характеризуется эхинацея пурпурная. Полного развития, с формированием зрелых семян, обладающих высокой лабораторной всхожестью (72–87 %), достигают маралий корень и шлемник байкальский. Лучшее соотношение структурных элементов в надземной биомассе имеет шлемник байкальский, у него на долю двух фракций с повышенным содержанием БАВ (листья и соцветия) приходится 70,4 %. По годам исследования стабильно высокую продуктивность надземной биомассы обеспечивали маралий корень и эхинацея пурпурная (в среднем за 5 лет – 24,6 т/га и 24,0 т/га соответственно). Существенно ниже – у золотого корня и шлемника байкальского, у которых продуктивность в 3,2–3,9 раза ниже, чем у марального корня. Наибольшая продуктивность подземной биомассы в 2018 году (на пятый год исследования) была сформирована в фитоценозе золотого корня, она достигла 446,8 г в среднем на одно растение, или 1787,2 г/м<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** золотой корень, маралий корень, шлемник байкальский, эхинацея пурпурная, продуктивность надземной и подземной биомассы.

**Для цитирования:** Абрамчук А. В., Мингалев С. К., Карпухин М. Ю. Перспективы возделывания иммуностимулирующих растений на Среднем Урале // Аграрный вестник Урала. 2019. № 8 (187). С. 2–7. DOI: 10.32417/article\_5d908c27e75c66.78138661.

**Дата поступления статьи:** 29.05.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Несмотря на значительные достижения современной науки в области синтеза биологически активных веществ (БАВ), лекарственные растения не утрачивают своей значимости, потребность в лекарственном сырье с каждым годом только возрастает. По прогнозам специалистов, общая потребность в препаратах на основе лекарственных растений к 2020 г. возрастет на 4,8 % [8].

В эксперименте изучались 4 вида, относящиеся к группе иммуностимулирующих растений: золотой корень (*Rhodiola rosea* L.), маралий корень (*Rhaponticum carthamoides* Willd.), шлемник байкальский (*Scutellaria baicalensis* Georgi), эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea* Moench).

**Золотой корень** (родиола розовая) – *Rhodiola rosea* L. – многолетнее травянистое растение, относится к семейству толстянковых (*Crassulaceae* DC). Встречается в горах Западной Европы (Альпы, Карпаты), Западной Сибири (Алтай, Саяны), Восточной Сибири (Якутия), на Дальнем Востоке, включая Сахалин и Камчатку. На Среднем Урале распространен в горных тундрах и на гольцах, каменистых склонах и осыпях в Ивдельском предгорном округе [2, 3]. Препараты родиолы обладают выраженным тонизирующим свойством, оказывают стимулирующее действие на умственную работоспособность человека, улучшают память и внимание [12]. Испытания последних

лет показали противоопухолевую активность корня, антиоксидантное действие.

**Маралий корень** (леuzeя сафлоровидная) – *Rhaponticum carthamoides* – Willd. относится к семейству астровых (*Asteraceae*). Многолетнее травянистое растение, высотой от 0,5 до 1,8 м [4]. Естественные популяции распространены в Саянах, Алтае, Кузнецком Алатау, на востоке доходит до Байкала, на западе – до гор Восточного Казахстана. Промышленные заготовки марального корня ведутся в основном на Горном Алтае. Препараты из левзеи обладают тонизирующим, иммуностимулирующим действиями; улучшают кровообращение; способствуют регулированию кровяного давления, оказывают сосудорасширяющее действие, увеличивают число сердечных сокращений [3]. Левзея успешно выращивается на садовых участках в качестве декоративного растения [1].

**Шлемник байкальский** – *Scutellaria baicalensis* Georgi – относится к семейству яснотковых (*Lamiaceae* Lindl.). Распространен в Забайкалье, Приамурье, на Дальнем Востоке [5, 9]. Растет в петрофитных степях, по склонам сопок, на щебнистых и каменистых обнажениях, реже на песчаных местообитаниях. Препараты из шлемника байкальского применяются в качестве антиаллергенного, антисклеротического, гипотензивного, общеукрепляющего, седативного и жаропонижающего средства. Установ-

лена антибактериальная активность [11]. Издавна применяется в китайской, тибетской, японской медицине. В последние годы интенсивно изучается в научной медицине [7, 9, 14]. Декоративен [1].

**Эхинацея пурпурная (рудбекия)** – *Echinacea purpurea* Moench – относится к семейству астровых (*Asteraceae* Dumort). Родина эхинацеи – юго-восточная приатлантическая часть Северной Америки. Растет на песчаных берегах рек, в прериях. В медицинских целях используются эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea*), эхинацея парадоксальная (*Echinacea paradoxa*), эхинацея стимулирующая (*Echinacea stimolata*), эхинацея темно-красная (*Echinacea atropurpurea*). В настоящее время эхинацея широко применяется в составе многих антиаллергенных препаратов и признана одним из наиболее эффективных иммуностимуляторов растительного происхождения [3, 6, 10]. Экстракты эхинацеи угнетают рост стафилококка, стрептококка, вирусов гриппа и герпеса, и некоторых болезнетворных грибов [13]. Декоративна, используется в ландшафтном дизайне: при создании рабаток, миксбордеров; карликовые формы эффектны в каменистых садах [1].

#### Методология и методы исследования (Methods)

Опыт на тему «Перспективы возделывания иммуностимулирующих растений на Среднем Урале» был заложен в 2013 году в учебно-опытном хозяйстве «Уралец», на коллекционном участке лекарственных растений Уральского ГАУ, расположенном в Боярском районе Свердловской области. Цель исследования – изучить особенности роста и развития иммуностимулирующих растений в природно-климатических условиях Среднего Урала. Задачи исследования сводились к определению морфо-биологических особенностей, прохождения фенологических фаз, продуктивности надземной и подземной биомассы.

Почва участка – чернозем оподзоленный тяжелосуглинистый. Агрохимические показатели являются типичными для подобного типа почв Среднего Урала: мощность гумусового горизонта достигает 35–40 см, содержание гумуса – 7 %. Гумусовый горизонт обогащен обменными основаниями, 70 % из которых составляет кальций; рН сол. 5,0–5,5; ЕКО – 32–35 ммоль / 100 г; сумма обменных оснований 27–30 ммоль / 100 г; гидролитическая кислотность – 3–5 ммоль / 100 г. Предшественник – черный пар. В схему опыта включены четыре варианта: 1 – золотой корень (контроль); 2 – маралий корень; 3 – шлемник байкальский; 4 – эхинацея пурпурная. Во 2–4 вариантах использовался рассадный способ возделывания, хорошо зарекомендовавший себя в исследованиях по интродукции лекарственных растений, проводимых кафедрой растениеводства Уральского ГАУ [3–5]. В первом варианте (золотой корень) применялся вегетативный способ размножения: использовали корневища золотого корня пятилетнего возраста, которые разрезали на 7–9 отрезков, с таким расчетом, чтобы на каждом отрезке было по 4–5 почек возобновления. Посадку в открытый грунт проводили в начале мая: междурядье – 50 см, расстояние в рядке – 50 см (по 4 растения/м<sup>2</sup>). Морфо-биологические особенности, продуктивность надземной биомассы определяли в период массового цветения растений; подземную биомассу в эксперименте определяли в 2018 году, в конце вегетации (сентябрь – октябрь).

#### Результаты (Results)

Виды растений, выбранные для исследования, в значительной степени отличаются друг от друга по таким морфо-биологическим показателям, как высота; размер и форма листьев; тип, размер и окраска соцветий. Самые низкорослые растения были сформированы в фитоценозе золотого корня, у которого высота растений в среднем за 2014–2018 гг. наблюдений варьировалась от 29 до 42 см. Максимальную высоту имели растения эхинацеи пурпурной – 101–116 см, несколько ниже – у маральего корня.

В ходе эксперимента по годам исследования выявлены различия в интенсивности прохождения фенологических фаз. Активным ранневесенним отрастанием отличался золотой корень, который начинал вегетировать еще под покровом снега. Фазы – бутонизация и цветение проходят быстро. Массовое цветение наблюдалось в конце мая – первой декаде июня, плоды созревали в июле – августе, в период плодоношения формируется осенняя генерация побегов. Активное прохождения фенологических фаз отмечено также у маральего корня: переход в генеративную стадию наблюдался в конце мая – середине июня, довольно быстро наступала фаза цветения, массовое цветение – в конце июня – начале июля, фаза плодоношения – вторая – третья декады июля. Маралий корень в течение всех лет изучения формировал зрелые семена в периферийной части соцветий, в центральной части соцветия семена не вызревали. Следует отметить, что зрелые семена очень быстро осыпаются, потери семян могут достигать 35 % и более. У шлемника байкальского фаза массового цветения по годам исследования наступала в июле, семена созревали в августе – сентябре; зрелые семена образуются в нижних ярусах соцветия.

Из изученных растений самой медленной ритмикой развития характеризуется эхинацея пурпурная. Переход в генеративную стадию (начало бутонизации) отмечен в первой декаде июля; фаза начала цветения – во второй декаде июля, массовое цветение наблюдалось в конце июля – середине августа (прохождение фазы цветения крайне замедленное); плодоношение – в сентябре – октябре.

Таким образом, полного развития, с формированием зрелых семян, достигают два вида: маралий корень и шлемник байкальский. Золотой корень с третьего года начал формировать семена, которые отличались низкой лабораторной всхожестью. У эхинацеи пурпурной зрелые семена были сформированы в 2017–2018 гг. (на 4–5 годы наблюдений), причем зрелые семена были получены только на соцветиях, расположенных на побегах первого порядка.

Структурный состав надземной биомассы ежегодно определяли в фазе массового цветения, которая наступала у изучаемых видов в разное время: золотой корень – в конце мая – первой декаде июня; маралий корень – конец июня – первая декада июля; шлемник байкальский – вторая – третья декады июля; эхинацея пурпурная – конец июля – первая декада августа. Из данных, приведенных в таблице 1, видно, что лучшее соотношение структурных элементов в надземной биомассе (в среднем за 5 лет) имеет шлемник байкальский: максимальное содержание соцветий – 25,1 %, на долю листьев и соцветий приходится 70,4 %, участие стеблей в структуре урожая минимальное – 29,6 %. Близкие результаты получены у маральего

корня, у него на долю двух фракций с повышенным содержанием БАВ (листья и соцветия) приходится 65,2 %, а на долю стеблей – 34,8 %. Наибольшая масса листьев была сформирована у марального корня (12,1 т/га), соцветий – у эхинацеи пурпурной (4,6 т/га). В целом все изученные растения отличаются довольно высоким участием листьев в структуре надземной биомассы.

На величину надземной биомассы в эксперименте оказывают влияние, прежде всего, морфологические признаки, такие как высота растений и размеры листьев. По высоте растения распределились следующим образом: золотой корень – 29–42 см; маралий корень – 105–112 см; шлемник байкальский – 41–53 см; эхинацея пурпурная –

101–116 см. Самые низкорослые растения были сформированы в фитоценозе золотого корня, несколько выше у шлемника байкальского. У эхинацеи пурпурной, высота генеративных побегов была в 2,8–3,5 раза выше, чем у золотого корня. Из данных, представленных в таблице 2, видно, что в первые два года исследования более высокую продуктивность надземной биомассы формировал маралий корень, с 2016 года ведущую позицию начинает занимать эхинацея пурпурная.

Низкие показатели были получены у золотого корня, в среднем за 5 лет наблюдений продуктивность надземной биомассы составила 6,3 т/га. Несколько выше – у шлемника байкальского – 7,6 т/га. В среднем за 2014–2018 гг.

Таблица 1  
Структура продуктивности надземной биомассы иммуностимулирующих растений, 2014–2018 гг.

Варианты опыта (виды растений)	Зеленая масса					
	листья		соцветия		стебли	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%
1 вариант – золотой корень	3,1	49,8	0,9	13,7	2,3	36,5
2 вариант – маралий корень	12,1	49,1	4,0	16,1	8,5	34,8
3 вариант – шлемник байкальский	3,4	45,3	1,9	25,1	2,3	29,6
4 вариант – эхинацея пурпурная	10,3	42,7	4,6	19,4	9,1	37,9

Table 1  
Structure of productivity of above-ground biomass immunostimulating plants, 2014–2018

Variants of the experiment (plant name)	Green mass					
	leaves		inflorescence		stems	
	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%
Variant 1 – <i>Rhodiola rosea</i>	3,1	49,8	0,9	13,7	2,3	36,5
Variant 2 – <i>Rhaponticum carthamoides</i>	12,1	49,1	4,0	16,1	8,5	34,8
Variant 3 – <i>Scutellaria baicalensis</i>	3,4	45,3	1,9	25,1	2,3	29,6
Variant 4 – <i>Echinacea purpurea</i>	10,3	42,7	4,6	19,4	9,1	37,9

Таблица 2  
Продуктивность надземной биомассы иммуностимулирующих растений, 2014–2018 гг.

Варианты опыта (виды растений)	Зеленая масса, т/га			
	годы наблюдений			
	2014	2015	2016–2018 (среднее)	2014–2018 (среднее)
1 вариант – золотой корень	4,9	5,7	8,4	6,3
2 вариант – маралий корень	19,8	22,8	31,3	24,6
3 вариант – шлемник байкальский	6,7	8,3	7,9	7,6
4 вариант – эхинацея пурпурная	17,9	19,7	34,5	24,0
HCP <sub>05</sub> NSR <sub>05</sub>	0,43	0,46	–	–

Table 2  
Productivity of above-ground biomass immunostimulating plants, 2014–2018

Variants of the experiment (plant name)	Green mass, t/ha			
	years of observations			
	2014	2015	2016–2018 (medium)	2014–2018 (medium)
Variant 1 – <i>Rhodiola rosea</i>	4,9	5,7	8,4	6,3
Variant 2 – <i>Rhaponticum carthamoides</i>	19,8	22,8	31,3	24,6
Variant 3 – <i>Scutellaria baicalensis</i>	6,7	8,3	7,9	7,6
Variant 4 – <i>Echinacea purpurea</i>	17,9	19,7	34,5	24,0
HCP <sub>05</sub> NSR <sub>05</sub>	0,43	0,46	–	–



## Продуктивность подземной биомассы иммуностимулирующих растений (в среднем на одно растение), 2018 г.

Варианты опыта (виды растений)	Подземная биомасса (свежесобранное сырье)			
	г/растение	г/м <sup>2</sup>	отклонение от контроля (-)	
			г/м	%
1 вариант – золотой корень	446,8	1787,2	–	–
2 вариант – маралий корень	397,4	1589,6	197,6	11,1
3 вариант – шлемник байкальский	229,3	917,2	870,0	48,7
4 вариант – эхинацея пурпурная	308,7	1234,8	552,4	30,9
HCP <sub>05</sub> NSR <sub>05</sub>	18,9	63,7	–	–

Table 3

## The productivity of underground biomass immunostimulating plants (average per plant), 2018

Experience options (plant name)	Underground biomass (fresh raw materials)			
	g/plant	g/m <sup>2</sup>	deviation from control (-)	
			g/m <sup>2</sup>	%
Variant 1 – <i>Rhodiola rosea</i>	446,8	1787,2	–	–
Variant 2 – <i>Rhaponticum carthamoides</i>	397,4	1589,6	197,6	11,1
Variant 3 – <i>Scutellaria baicalensis</i>	229,3	917,2	870,0	48,7
Variant 4 – <i>Echinacea purpurea</i>	308,7	1234,8	552,4	30,9
HCP <sub>05</sub> NSR <sub>05</sub>	18,9	63,7	–	–

максимальную продуктивность надземной биомассы обеспечил маралий корень, она достигла 24,6 т/га, близкие результаты – у эхинацеи пурпурной. Математическая обработка полученных результатов показала, что продуктивность надземной массы у шлемника байкальского и золотого корня достоверно ниже, чем у эхинацеи пурпурной и у марального корня.

Наибольшее содержание биологически активных веществ у изучаемых видов накапливается в корневых системах, которые обладают высокой лечебной эффективностью и широко используются в медицинской практике. По типу корневых систем изучаемые виды относятся к коротко-корневищным. Золотой корень – корневище клубневидное с большим количеством почек возобновления. Маралий корень – корневище деревянистое, утолщенное, многоглаво-разветвленное, от которого отходят многочисленные длинные жесткие корни диаметром 0,4–1,2 см. Шлемник байкальский – корневище многократно-разветвленное, переходящее в толстый, мясистый вертикальный корень, сильно скрученный вокруг своей оси, темно-бурый, на изломе лимонно-желтый. Эхинацея пурпурная: корневище многоглавое, разветвленное, с многочисленными тонкими мочковатыми корнями. Из таблицы 3 видно, что по продуктивности подземной биомассы в 2018 году лидирует золотой корень, у которого продуктивность подземной биомассы в среднем на одно растение достигла

446,8 г, а с 1 м<sup>2</sup> – 1787,2 г. Значительно ниже, чем у других видов, продуктивность подземной биомассы была сформирована у шлемника байкальского: на 48,7 % ниже, чем у золотого корня, и на 42,3 % меньше, чем у марального корня.

**Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

Проведенное исследование дает основание сделать вывод о том, что возделывание иммуностимулирующих растений, произрастающих в естественных популяциях в других флористических регионах, отличающихся от Среднего Урала по комплексу природно-климатических условий, позволяет получать достаточно высокий выход как надземной, так и подземной биомассы.

Лучшее соотношение структурных элементов в надземной биомассе имеет шлемник байкальский, у него на долю двух фракций (листья и соцветия) с повышенным содержанием БАВ приходится 70,4 %. В целом все изученные растения отличаются довольно высоким участием листьев в структуре надземной биомассы.

Максимальную продуктивность надземной биомассы по годам исследования обеспечил маралий корень, в среднем за 2014–2018 гг. она достигла 24,6 т/га, близкие результаты получены у эхинацеи пурпурной. Наибольшая продуктивность подземной биомассы в 2018 году была сформирована в фитоценозе золотого корня, она составила 446,8 г в среднем на одно растение, с 1 м<sup>2</sup> – 1787,2 г.

**Библиографический список**

- Абрамчук А. В., Каргашева Г. Г., Карпухин М. Ю. Садово-парковое и ландшафтное искусство. Екатеринбург, 2013. 612 с.
- Абрамчук А. В. Влияние площади питания на рост и развитие родиолы розовой // Рациональное использование природных и биологических ресурсов в сельском хозяйстве: сборник материалов международной научно-практической конференции Уральского ГАУ. 2014. С. 3–5.

3. Абрамчук А. В., Карташева Г. Г., Мингалев К. С., Карпухин М. Ю. Лекарственная флора Урала: учебник для агрономических специальностей вузов. Екатеринбург, 2014. 738 с.
4. Абрамчук А. В., Сараева А. В. Элементы интродукции адаптогенных растений // Молодежь и наука. 2016. № 6. С. 34–36.
5. Абрамчук А. В., Карпухин М. Ю. Влияние регуляторов роста на биометрические характеристики шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi) [Электронный ресурс] // Вестник биотехнологии. 2018. № 3. URL: <http://bio.beonrails.ru/ru/issues/2018/3/168>.
6. Загуменников В. Б., Смирнова Е. В., Бабаева Е. Ю. [и др.] Выращивание эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* Moench.) для получения разных видов лекарственного растительного сырья // Овощи России. 2011. № 2. С. 30–32.
7. Маняхин А. Ю., Зорикова С. П. Динамика накопления и распределение флавоноидов в органах шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. С. 744–747.
8. Филиппова И. Рынок растительных средств: проблемы, перспективы, приоритеты // Ремедиум. 2016. № 7. С. 15–16.
9. Шевчук О. М., Логвиненко Л. А. Особенности развития и антиоксидантные свойства *Scutellaria baicalensis* Georgi при интродукции на Южный берег Крыма // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2018. № 146. С. 128–134.
10. Haron M. H., Tyler H. L., Chandra S., Pugh N. D., Pasco D. S. Plant microbiome-dependent immune enhancing action of *Echinacea purpurea* is enhanced by soil organic matter content // Scientific Reports. 2019. No. 9 (1): 136.
11. Leach F. S. Anti-microbial properties of *Scutellaria baicalensis* and *Coptis chinensis*, two traditional Chinese medicines // Bioscience Horizons. 2011. Vol. 4. No. 2. Pp. 119–127.
12. Pham Li. Y., Pham V. Bui, Smith-Liu F., Zi X. *Rhodiola rosea* L.: an Herb with Anti-Stress, Anti-Aging, and Immunostimulating Properties for Cancer Chemoprevention // Current Pharmacology Reports. 2017. 3 (6). Pp. 384–395.
13. Schoop S., Suter R., Hudson A. Prevention of influenza virus induced bacterial superinfection by standardized *Echinacea purpurea*, via regulation of surface receptor expression in human bronchial epithelial cells Vimalanathan // Virus Research. 2017. No. 233. Pp. 51–59.
14. Tuan P. A., Kim Y. B., Arasu M. V. Molecular characterization of carotenoid biosynthetic genes and carotenoid accumulation in *Scutellaria baicalensis* Georgi // EXCLI. 2015. Vol. 14. Pp. 146–157.

**Об авторах:**

Анна Васильевна Абрамчук<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, доцент

Сергей Кузьмич Мингалев<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Михаил Юрьевич Карпухин<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, [mkarpukhin@yandex.ru](mailto:mkarpukhin@yandex.ru)

<sup>1</sup> Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

## Prospects of cultivation immunostimulant plants in the Middle Urals

A. V. Abramchuk<sup>1</sup>, S. K. Mingalev<sup>1</sup>, M. Yu. Karpukhin<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: [mkarpukhin@yandex.ru](mailto:mkarpukhin@yandex.ru)

**Abstract.** The experience on the topic „Prospects of cultivation of immunostimulating plants in the Middle Urals“ was laid in the educational and experimental farm „Uralets“, on the collection site of medicinal plants Ural State Agrarian University, located in Beloyarsk district, Sverdlovsk region. The experiment studied 4 species belonging to the group of Immunostimulants: Golden root (*Rhodiola rosea* L.), maral root (*Rhaponticum carthamoides* Willd.), Baikal skullcap (*Scutellaria baicalensis* Georgi), *Echinacea purpurea* (*Echinacea purpurea* Moench). The results obtained during the study showed that the studied species differ significantly in morphological and biological features, phenological rhythm, structural composition, productivity of above-ground and underground biomass. Of the studied plants, the slow rhythm of development is characterized by *Echinacea purpurea*. Full development, with the formation of Mature seeds with high laboratory germination (72–87 %), reach maral root and skullcap Baikal. The best ratio of structural elements in aboveground biomass is Baikal skullcap, it has a share of two fractions with a high content of BAS (leaves and inflorescences) accounts for 70.4 %. Over the years of research, consistently high productivity of above-ground biomass was provided by maral root and *Echinacea purpurea* – 24.6 t/ha; 24.0 t/ha, respectively. Significantly lower – in the Golden root and skullcap Baikal, whose productivity is 3.2–3.9 times lower than that of the maral root. The greatest productivity of underground biomass in 2018 was formed in the phytocenosis of the Golden root, it reached 446.8 g on average per plant.

**Keywords:** golden root, maral root, Baikal skullcap, *Echinacea purpurea*, productivity of above-ground and underground biomass.



**For citation:** Abramchuk A. V., Mingalev S. K., Karpukhin M. Yu. Perspektivy vzdelyvaniya immunostimuliruyushchikh rasteniy na Srednem Urale [Prospects of cultivation immunostimulant plants in the Middle Urals] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 8 (187). Pp. 2–7. DOI: 10.32417/article\_5d908c27e75c66.78138661. (In Russian.)

### References

1. Abramchuk A. V., Kartasheva G. G., Karpukhin M. Yu. Sadovo-parkovoe i landshaftnoe iskusstvo [Garden and landscape art]. Ekaterinburg, 2013. 612 p. (In Russian.)
2. Abramchuk A. V. Vliyanie ploshhadi pitaniya na rost i razvitie rodioly rozovoj [Influence of nutrition area on the growth and development of *Rhodiola rosea*] // Ratsional'noe ispol'zovanie prirodnnykh i biologicheskikh resursov v sel'skom khozyajstve: sbornik materialov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii Ural'skogo GAU. Ekaterinburg, 2014. Pp. 3–5. (In Russian.)
3. Abramchuk A. V., Kartasheva G. G., Mingalev S. K., Karpukhin M. Yu. Lekarstvennaya flora Urala: uchebnik dlya agromicheskikh spetsial'nostej vuzov [Medicinal flora of the Urals: a textbook for agronomic specialties]. Ekaterinburg, 2014. 738 p.
4. Abramchuk A. V., Saraeva A. V. Elementy introduksii adaptogennykh rastenij [Elements of introduction of adaptogenic plants] // Youth and science. 2016. No. 6. Pp. 34–36. (In Russian.)
5. Abramchuk A. V., Karpukhin M. Yu. Vliyanie regulyatorov rosta na biometricheskie kharakteristiki shlemnika bajkal'skogo (*Scutellaria baicalensis* Georgi) [Effect of growth regulators on biometric characteristics of Baikal skullcap (*Scutellaria baicalensis* Georgi)] [e-resource] // Bulletin of biotechnology. 2018. No. 3. URL: <http://bio.beonrails.ru/ru/issues/2018/3/168>. (In Russian.)
6. Zagumennikova V. B., Smirnova E. V., Babaeva E. Yu. [et al.] Vyrashhivanie ehkhinatsei purpurnoj (*Echinacea purpurea* Moench.) dlya polucheniya raznykh vidov lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya [The cultivation of *Echinacea purpurea* (Echinacea purpurea Moench.) for different types of medicinal plant raw materials] // Vegetable crops of Russia. 2011. No. 2. Pp. 30–32. (In Russian.)
7. Manyakhin A. Yu., Zorikova S. P. Dinamika nakopleniya i raspredelenie flavonoidov v organakh shlemnika bajkal'skogo *Scutellaria baicalensis* Georgi [Dynamics of accumulation and distribution of flavonoids in the organs of the skullcap of the Baikal *Scutellaria baicalensis* Georgi] // Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2013. Vol. 15. Pp. 744–747. (In Russian.)
8. Filippova I. Rynok rastitel'nykh sredstv: problemy, perspektivy, priority [The market of herbal remedies: problems, prospects, priorities] // Remedium. 2016. No. 7. Pp. 15–16. (In Russian.)
9. Shevchuk O. M., Logvinenko L. A. Osobennosti razvitiya i antioksidantnye svoystva *Scutellaria baicalensis* Georgi pri introduksii na Yuzhnyj bereg Kryma [Features of development and antioxidant properties of *Scutellaria baicalensis* Georgi at introduction on the southern coast of Crimea] // Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada. 2018. No. 146. Pp. 128–134. (In Russian.)
10. Haron M. H., Tyler H. L., Chandra S., Pugh N. D., Pasco D. S. Plant microbiome-dependent immune enhancing action of *Echinacea purpurea* is enhanced by soil organic matter content // Scientific Reports. 2019. No. 9 (1): 136.
11. Leach F. S. Anti-microbial properties of *Scutellaria baicalensis* and *Coptis chinensis*, two traditional Chinese medicines // Bioscience Horizons. 2011. Vol. 4. No. 2. Pp. 119–127.
12. Pham Li. Y., Pham V. Bui, Smith-Liu F., Zi X. *Rhodiola rosea* L.: an Herb with Anti-Stress, Anti-Aging, and Immunostimulating Properties for Cancer Chemoprevention // Current Pharmacology Reports. 2017. 3 (6). Pp. 384–395.
13. Schoop S., Suter R., Hudson A. Prevention of influenza virus induced bacterial superinfection by standardized *Echinacea purpurea*, via regulation of surface receptor expression in human bronchial epithelial cells Vimalanathan // Virus Research. 2017. No. 233. Pp. 51–59.
14. Tuan P. A., Kim Y. B., Arasu M. V. Molecular characterization of carotenoid biosynthetic genes and carotenoid accumulation in *Scutellaria baicalensis* Georgi // EXCLI. 2015. Vol. 14. Pp. 146–157.

### Authors' information:

Anna V. Abramchuk<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, associate professor

Sergei K. Mingalev<sup>1</sup>, doctor of agricultural sciences, professor

Mikhail Yu. Karpukhin<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences, associate professor, [mkarpuhin@yandex.ru](mailto:mkarpuhin@yandex.ru)

<sup>1</sup> Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

## Влияние агромелиоративных и агрохимических мероприятий на продуктивность полевых культур, подвижность $^{90}\text{Sr}$ в почве и его поступление в растения

С. П. Арышева<sup>1</sup>, Д. Г. Свириденко<sup>1</sup>, А. Н. Ратников<sup>1</sup>, К. В. Петров<sup>1</sup>, В. Н. Мазуров<sup>2</sup>, П. С. Семешкина<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, Обнинск, Россия

<sup>2</sup>Калужский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Калужская область, Россия

✉ E-mail: polina.semeshkina@gmail.com

**Аннотация.** На основе полевых экспериментов на радиоактивно-загрязненных дерново-подзолистых почвах Новозыбковского и Красногорского районов Брянской области дана оценка эффективности мероприятий по снижению поступления  $^{90}\text{Sr}$  в продукцию растениеводства. Внесение извести на фоне  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  приводило к снижению  $\text{Kn}^{90}\text{Sr}$  овсом в 1,4–2,2, ячменем – в 1,3–2,65 раза. Эффективность действия мартеновского и электроплавильного шлаков равноценна действию извести; накопление  $^{90}\text{Sr}$  в зерне на фоне  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  снижалось в 2,1–2,6 раза. При внесении в почву  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  и шлаков содержание  $^{90}\text{Sr}$  в зерне ячменя в 3,7–4,2 раза ниже, чем на контроле, а  $\text{Kn}^{90}\text{Sr}$  зерном овса при совместном внесении  $\text{P}_{240}$  и шлаков снижался в 3,1 раза. Вынос  $^{90}\text{Sr}$  с зерном при этом снижался в 1,9–2,5 раза. Внесение  $\text{P}_{240}$  на фоне шлаков привело к снижению подвижных форм  $^{90}\text{Sr}$  в почве в 1,3 раза и к повышению необменных форм в 4,2–4,7 раза. Эффект сохранялся на 2-й год. Количество доступного  $^{90}\text{Sr}$  во всех вариантах опыта снижалось в 1,2 раза, необменного возрастало по сравнению с фоном в 2,9–3,3 раза. Применение калийных удобрений повысило урожай зерна ячменя в 1,2–1,4, озимой ржи – в 1,7–2,6, клубней картофеля – в 1,3–1,5 раза. Внесение  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  снижало переход  $^{90}\text{Sr}$  в растения ржи, картофеля и ячменя – в 1,5–2,2 раза. Вынос  $^{90}\text{Sr}$  с зерном ячменя снижался в 1,6–1,8 раза. Применение калийных удобрений приводило к уменьшению выноса  $^{90}\text{Sr}$  с урожаем клубней в 1,3–2,0 раза,  $\text{Kn}^{90}\text{Sr}$  снизился в 1,8–4,6 раза. Накопление  $^{90}\text{Sr}$  в зерне и клубнях при внесении  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{240}$  уменьшилось в 1,4–3,0 раза. Увеличение дозы фосфора до 240 кг/га в составе полного минерального удобрения повышало урожайность ржи в 1,4–1,6 раза и снижало  $\text{Kn}^{90}\text{Sr}$  зерном в 2 раза. Внесение  $\text{P}_{160-240}$  обеспечило снижение поступления  $^{90}\text{Sr}$  в урожай ячменя в 2,4–3,0 раза, вынос  $^{90}\text{Sr}$  с зерном ячменя снижался в 1,8–2,1 раза. Накопление  $^{90}\text{Sr}$  в урожае ячменя и картофеля при внесении  $\text{P}_{240}$  и  $\text{K}_{240}$  в 3,5–5,2 раза меньше, чем на неудобренной почве.

**Ключевые слова:** дерново-подзолистая почва,  $^{90}\text{Sr}$ , коэффициент накопления, подвижность радионуклида, сельскохозяйственные культуры, шлаки, минеральные удобрения, агромелиоративные и агрохимические мероприятия.

**Для цитирования:** Арышева С. П., Свириденко Д. Г., Ратников А. Н., Петров К. В., Мазуров В. Н., Семешкина П. С. Влияние агромелиоративных и агрохимических мероприятий на продуктивность полевых культур, подвижность  $^{90}\text{Sr}$  в почве и его поступление в растения // Аграрный вестник Урала. 2019. № 8 (187). С. 8–15. DOI: 10.32417/article\_5d908b8596ff29.11846820.

**Дата поступления статьи:** 26.04.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Радиоактивное загрязнение сельскохозяйственных угодий на территории РФ обусловлено долгоживущими радионуклидами  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , которые поступили в окружающую среду в результате крупных радиационных аварий на химкомбинате «Маяк» (Южный Урал), Чернобыльской АЭС, АЭС «Фукусима-1» в Японии, а также испытаний ядерного оружия. До аварии на ЧАЭС плотность загрязнения почвенного покрова в Брянской, Тульской, Калужской и Орловской областях составляла:  $^{137}\text{Cs}$  – 1,11–1,48 кБк/м<sup>2</sup>,  $^{90}\text{Sr}$  – 1,48–3,33 кБк/м<sup>2</sup>. Плотность загрязнения почвы  $^{90}\text{Sr}$  на начало 1992 г. в отдельных районах Брянской области возросла до 108, в Орловской – до 28, в Калужской – до 11, в Тульской – до 9 кБк/м<sup>2</sup>. Были загрязнены и населенные пункты. К примеру, почти через 18 лет после аварии, на 01.01.2015 г., плотность загрязнения  $^{90}\text{Sr}$  некоторых населенных пунктов наиболее ра-

диоактивно загрязненного Гордеевского района Брянской области достигала 0,45 Ки/км<sup>2</sup> (16,65 кБк/м<sup>2</sup>) [1].

Система защитных мероприятий в агропромышленном комплексе планировалась с ориентацией на плотность загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$ . Было показано, в частности, что при расчете кадастровой стоимости значительной части радиоактивно загрязненных земель сельскохозяйственного назначения Новозыбковского, Клинцовского, Гордеевского и Злынковского районов Брянской области с плотностью загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  свыше 555 кБк/м<sup>2</sup> расходы, связанные с использованием земли, превышали доход. Производство сельскохозяйственной продукции на данных участках оказалось нерентабельным [2].

Основной принцип в ликвидации последствий аварии в Японии на АЭС «Фукусима-1» существенно различается от подходов к решению аналогичных задач по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, где основную роль игра-



ли изменения отраслей агропромышленного комплекса на землях сельскохозяйственного назначения, интенсивная химизация, использование специальных сорбентов в кормлении животных и размещение отраслей сельского хозяйства на площадях с учетом плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$ , а также временное исключение наиболее загрязненных земель из использования. Главным направлением ликвидации последствий аварии на АЭС «Фукусима-1» была деконтаминация (очистка) почвенно-растительного покрова, которая достигалась удалением верхнего, наиболее загрязненного горизонта почвы (4–5) [3].

Радиационный контроль качества продукции по содержанию  $^{90}\text{Sr}$  не проводился; полагалось, что все мероприятия одновременно будут улучшать радиационную обстановку в регионе и по отношению к  $^{90}\text{Sr}$ .  $^{90}\text{Sr}$  как тугоплавкий изотоп выпал, в основном, в ближней зоне аварии на Чернобыльской АЭС и представлял опасность для ряда районов Беларуси и Украины. Хотя коэффициенты перехода  $^{90}\text{Sr}$  из всех типов почв в растениеводческую продукцию выше, чем  $^{137}\text{Cs}$ , поступление из рациона животных в животноводческую продукцию для  $^{90}\text{Sr}$  ниже, чем для  $^{137}\text{Cs}$  (для молока в 5–10 раз, а для мяса приблизительно в 100 раз) и не превышало допустимый уровень уже в первые годы после аварии [4].

Особенностью отдаленного периода после аварии на ЧАЭС является постепенное ужесточение санитарно-гигиенических нормативов по содержанию радионуклидов в продукции, получаемой на загрязненной территории. Поэтому получение сверхнормативно загрязненной продукции растениеводства возможно при относительно невысокой плотности загрязнения почвы  $^{90}\text{Sr}$ . К изучению закономерностей поведения  $^{90}\text{Sr}$  в сельскохозяйственных и луговых экосистемах в зависимости от природных особенностей, времени взаимодействия радионуклида с почвами, на территории РФ приступили значительно позже, чем в Украине и Республике Беларусь.

Была рассмотрена деятельность радиологических подразделений агрохимической службы страны по обследованию сельхозугодий и снижению последствий радиоактивного загрязнения почв  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в результате аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС). Описаны и оценены агрохимические, агротехнические и мелиоративные мероприятия в Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областях с 1986 по 1995 гг. Рассмотрена радиационная ситуация в названных областях в настоящее время. Описаны результаты полевых опытов, проведенных на Новозыбковской государствен-

ной сельскохозяйственной опытной станции и на сельскохозяйственных угодьях, подвергшихся интенсивному загрязнению радиоактивными выпадениями [5].

При значительном уменьшении финансовых инвестиций в защитные мероприятия получение экологически безопасной продукции растениеводства будет определяться внедрением эффективных приемов и технологий по ограничению накопления радиоактивных веществ в первом звене (почва – растения) в цепочке миграции радионуклидов, ведущей к их поступлению в организм человека. Применение защитных мероприятий в агропромышленном комплексе, направленных на уменьшение содержания радионуклидов в продукции растениеводства и животноводства, производимой на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, служит эффективным способом снижения дозы внутреннего облучения населения. Следует подчеркнуть, что ограничение доз внутреннего облучения часто экономически более эффективно, чем уменьшение дозы внешнего облучения (в расчете затрат на предотвращение коллективной дозы).

Целью наших исследований является изучение поступления  $^{90}\text{Sr}$  в продукцию растениеводства в зависимости от типа почвы и радиологическое обоснование наиболее перспективных защитных мероприятий, гарантирующих получение продуктов питания, соответствующих СанПиН 2.3.2. 2650-10.

#### Методология и методы исследований (Methods)

Полевые опыты по оценке влияния агрономелиоративных и агрохимических мероприятий на поступление  $^{90}\text{Sr}$  в сельскохозяйственные культуры проводились на дерново-подзолистых почвах Новозыбковского и Красногорского районов Брянской области при плотности загрязнения почвенного покрова  $^{90}\text{Sr}$  8,4–80,0 кБк/м<sup>2</sup>.

В опыте изучали влияние известки –  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (вносили 5,4 т/га = 1 Нг для снижения кислотности почвенного раствора), мартеновского (МШ) – 7,8 т/га и электроплавильного (ЭШ) – 6 т/га шлаков (таблица 1) на подвижность  $^{90}\text{Sr}$  в дерново-подзолистой супесчаной почве и поступление  $^{90}\text{Sr}$  в растения овса и ячменя.

Агрохимические показатели почвы до внесения известковых материалов:  $\text{pH}_{\text{KCl}} - 4,1$ ; Нг – 4,5 смоль (экв) / 100 г почвы; содержание гумуса 0,98 %;  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{K}_2\text{O}$  – 78 и 51 мг / 1 кг почвы соответственно; обменного Ca – 1,7 смоль (экв) / 100 г почвы. Схема опыта: 1)  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  – контроль; 2)  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ ; 3)  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80} + \text{МШ}$ ; 4)  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80} + \text{ЭШ}$ ; 5)  $\text{N}_{80}\text{P}_{240}\text{K}_{80} + \text{МШ}$ ; 6)  $\text{N}_{80}\text{P}_{240}\text{K}_{80} + \text{ЭШ}$ . Размер опытной делянки – 6 м<sup>2</sup>. Повторность опыта трехкратная.

Таблица 1  
Химический состав шлаков (%)

Шлаки	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>
МШ	40,0	8,2	6,8	4,7	14,0	6,2	0,99	14,3
ЭШ	52,1	6,0	1,0	–	–	–	0,14	17,0

Table 1  
Chemical composition of slags (%)

Slags	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	FeO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>
Open-hearth slag (OHS)	40,0	8,2	6,8	4,7	14,0	6,2	0,99	14,3
Electric smelting slag (ESS)	52,1	6,0	1,0	–	–	–	0,14	17,0

Экспериментальная оценка влияния агрохимических мероприятий при возделывания сельскохозяйственных культур на переход и накопление <sup>90</sup>Sr в урожае проводилась в многофакторном полевом опыте на дерново-подзолистой песчаной почве. Агрохимические показатели почвы: рН<sub>KCl</sub> – 5,9; Нг – 0,64 смоль (экв) / 100 г почвы; содержание гумуса 1,82 %; содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O – 280 и 58 мг / 1 кг почвы; содержание обменного Ca, Mg – 5,2 и 0,3 смоль(экв) / 100 г почвы, соответственно. Опытные культуры – озимая рожь сорта Пуховчанка, ячмень сорта Московский-2, картофель сорта Невский. Схема опыта включала: 1) контроль (без удобрений); 2) N<sub>80</sub> P<sub>80</sub> K<sub>80</sub>; 3) N<sub>80</sub> P<sub>80</sub> K<sub>160</sub>; 4) N<sub>80</sub> P<sub>80</sub> K<sub>240</sub>; 5) N<sub>80</sub> P<sub>160</sub> K<sub>80</sub>; 6) N<sub>80</sub> P<sub>240</sub> K<sub>80</sub>; 7) N<sub>80</sub> P<sub>240</sub> K<sub>240</sub>. Перед закладкой опыта на весь участок была внесена доломитовая мука в дозе 10 т/га. Плотность загрязнения почвы <sup>90</sup>Sr – 19 ± 4 кБк/м<sup>2</sup>. Размер опытных делянок – 80 м<sup>2</sup>. Повторность опыта трехкратная. Сельскохозяйственные культуры убирали в стадии технической спелости.

Агрохимические показатели почв определяли по общепринятым методикам: гранулометрический анализ почвы – по Н. А. Качинскому, гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО; обменную кислотность рН<sub>KCl</sub> – потенциометрическим методом; гидролитическую кислотность – по Каппену; сумму поглощенных оснований – по Каппену – Гильковицу; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O – по Кирсанову;

Ca и Mg – методом атомной абсорбции в пламенном варианте на приборе Varian Spektr AA 250+; степень насыщенности почв основаниями – расчетным методом. Содержание <sup>90</sup>Sr в почвенных и растительных образцах определялось радиохимическим методом, путем осаждения оксалатов <sup>90</sup>Sr и Ca с радиометрическим определением на аттестованном низкофономом α-β-счетчике Canberra-2400. Определение форм нахождения <sup>90</sup>Sr в почвах проводили по соответствующей методике: подвижных форм радионуклида (суммарное количество извлекается дистиллированной водой и 1н СН<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> рН 7,0) прочносвязанного <sup>90</sup>Sr (не извлекается 6н HCl).

Математическую обработку результатов исследований, включавшую расчет статистических оценок, выполняли с использованием программы Microsoft Excel 2007 с 95 % уровнем значимости результатов.

В качестве параметра миграции <sup>90</sup>Sr в системе «почва – растение» использовали коэффициент накопления (Кн) (соотношение концентрации <sup>90</sup>Sr в растениях и почвах). Кроме Кн<sup>90</sup>Sr растениями использовали показатель V – вынос этого радионуклида с урожаем с единицы площади (Бк/м<sup>2</sup>) при плотности загрязнения 37 кБк/м<sup>2</sup>. Применение этого параметра целесообразно для расчетов коллективных доз облучения населения за счет потребления пищевых продуктов, содержащих радионуклид.

Таблица 2

**Влияние известковых материалов на накопление <sup>90</sup>Sr в растениях овса и ячменя и вынос радионуклида с урожаем**

Вариант	Овес, зерно				Ячмень, зерно			
	Кн <sup>90</sup> Sr		V <sup>90</sup> Sr, Бк/м <sup>2</sup>		Кн <sup>90</sup> Sr		V <sup>90</sup> Sr, Бк/м <sup>2</sup>	
	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома	зерно	солома
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	0,93	3,82	31,8	174,0	0,69	2,78	13,8	67,3
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> + Ca(OH) <sub>2</sub>	0,42	2,80	16,8	139,9	0,26	2,12	8,8	84,5
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> + МШ	0,43	2,63	16,5	125,8	0,28	1,97	10,2	88,0
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> + ЭШ	0,44	2,47	18,1	129,5	0,27	1,90	8,8	72,8
N <sub>80</sub> P <sub>240</sub> K <sub>80</sub> + МШ	0,30	1,64	12,8	80,9	0,18	1,15	7,4	57,0
N <sub>80</sub> P <sub>240</sub> K <sub>80</sub> + ЭШ	0,30	1,69	13,2	86,6	0,17	1,21	6,4	61,4
HCP <sub>05</sub>	0,07	0,15			0,08	0,33		

Примечание: V – вынос радионуклида (в этой и в следующей таблице).

Table 2

**Influence of lime materials on the accumulation of <sup>90</sup>Sr in plants of oats and barley and removal of radionuclide with yield AC of <sup>90</sup>Sr (Bq kg<sup>-1</sup> plant)(Bq kg<sup>-1</sup> soil)<sup>-1</sup>**

Variant	Oats, grain				Barley, grain			
	Accumulation coefficient (AC of <sup>90</sup> Sr)		R <sup>90</sup> Sr, Bq/m <sup>2</sup>		AC of <sup>90</sup> Sr		R <sup>90</sup> Sr, Bq/m <sup>2</sup>	
	grain	straw	grain	straw	grain	straw	grain	straw
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	0,93	3,82	31,8	174,0	0,69	2,78	13,8	67,3
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> + Ca(OH) <sub>2</sub>	0,42	2,80	16,8	139,9	0,26	2,12	8,8	84,5
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> + OHS	0,43	2,63	16,5	125,8	0,28	1,97	10,2	88,0
N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub> + ESS	0,44	2,47	18,1	129,5	0,27	1,90	8,8	72,8
N <sub>80</sub> P <sub>240</sub> K <sub>80</sub> + OHS	0,30	1,64	12,8	80,9	0,18	1,15	7,4	57,0
N <sub>80</sub> P <sub>240</sub> K <sub>80</sub> + ESS	0,30	1,69	13,2	86,6	0,17	1,21	6,4	61,4
LSD <sub>05</sub>	0,07	0,15			0,08	0,33		

Note: R – radionuclide removal, in this and the following table.



**Результаты исследований и их обсуждение (Results)**

Наблюдения за поведением  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  глобальных выпадений и после аварии на Южном Урале показали, что накопление радионуклидов растениями из почв зависит от комплекса факторов, среди которых выделяются 4 основные группы: физико-химические свойства радионуклидов и их концентрация в почве; агрохимическая характеристика почв; биологические особенности растений; технологии возделывания культур. Основное количество  $^{90}\text{Sr}$  продолжительное время находится в легкодоступном состоянии, так как поглощается почвами в ионообменной форме. Известно, что такие свойства почвы, как гранулометрический и минералогический состав, реакция почвенного раствора, емкость поглощения, содержание гумуса, состав поглощенных оснований, оказывают значительное влияние на прочность закрепления  $^{90}\text{Sr}$  в почве. Интенсивность миграции  $^{90}\text{Sr}$  в системе «почва – растения» определяется типом почвы, степенью ее окультуренности и природно-климатическими условиями среды.

Кислая реакция почвенной среды является одной из главных причин низких урожаев сельскохозяйственных культур. Известкование позволяет снизить кислотность почвенного раствора, улучшает агрофизические и физико-химические свойства почвы, способствуя значительному увеличению урожая.

Внесение в дерново-подзолистую супесчаную почву  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  на фоне  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  приводило к снижению  $\text{Kn}^{90}\text{Sr}$  овсом в 1,4–2,2 раза. Накопление  $^{90}\text{Sr}$  в урожае ячменя, оцененное по  $\text{Kn}$ , при известковании почвы снижалось в 1,3–2,65 раза (таблица 2).

Орлов с соавторами [6] отмечают целесообразность внесения в почву, особенно на ранних стадиях работ по снижению последствий радиационных аварий, мелиорантов с высоким содержанием калия и низким содержанием стабильного цезия, имеющих активные сорбционные центры, в том числе металлургического шлака. Это должно способствовать стабилизации  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в мелиорантах и, вероятно, дополнительному снижению накопления радионуклидов в урожае сельскохозяйственных культур [6].

Эффективность действия МШ и ЭШ, используемых в качестве известковых материалов, по ограничению поступления  $^{90}\text{Sr}$  в растения равноценна действию  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Накопление  $^{90}\text{Sr}$  в зерне яровых зерновых культур при внесении МШ и ЭШ в почву на фоне  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  снижалось в 2,1–2,6 раза. Внесение повышенной дозы фосфора в составе полного минерального удобрения и шлаков приводило к дальнейшему уменьшению перехода  $^{90}\text{Sr}$  из почвы в растения. Содержание  $^{90}\text{Sr}$  в зерне ячменя при внесении  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  и шлаков в 3,7–4,2 раза ниже, чем в контроле.  $\text{Kn}^{90}\text{Sr}$  зерном овса при совместном внесении повышенной дозы фосфора и шлаков снизился в 3,1 раза (таблица 2).

Эффективность известкования на фоне  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  по снижению перехода  $^{90}\text{Sr}$  в ячмень и овес, оцениваемая по выносу, была несколько ниже, чем по  $\text{Kn}$ . Вынос  $^{90}\text{Sr}$  с зерном ячменя и овса с единицы площади при внесении шлаков и повышенных доз фосфорных удобрений ( $\text{P}_{240}$ ) снижался в 1,9–2,5 раза по сравнению с фоном. Уменьшение поступления  $^{90}\text{Sr}$  в растения при известковании почвы происходило за счет повышения прочности сорбции радионуклида.

Таблица 3  
Влияние известкования на соотношение форм нахождения  $^{90}\text{Sr}$  в почве

Вариант	1-й год опыта			2-й год опыта		
	Водорастворимая	Обменная	Необменная	Водорастворимая	Обменная	Необменная
	% от общего количества в почве					
$\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$	12,1	80,2	6,1	10,6	81,7	5,9
$\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80} + \text{Ca}(\text{OH})_2$	9,4	73,2	14,5	8,0	70,9	17,2
$\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80} + \text{МШ}$	8,5	72,0	16,5	7,0	67,5	19,6
$\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80} + \text{ЭШ}$	7,5	69,6	19,6	7,8	68,8	18,4
$\text{N}_{80}\text{P}_{240}\text{K}_{80} + \text{МШ}$	6,1	63,0	25,7	5,6	63,5	25,9
$\text{N}_{80}\text{P}_{240}\text{K}_{80} + \text{ЭШ}$	6,2	62,5	28,5	6,4	60,9	26,5

Table 3  
Influence of liming on the ratio of forms of  $^{90}\text{Sr}$  in soil

Variant	1st year of experience			2nd year of experience		
	Watersoluble	Exchange	Nonexchange	Watersoluble	Exchange	Nonexchange
	% of the total content in the soil					
$\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$	12,1	80,2	6,1	10,6	81,7	5,9
$\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80} + \text{Ca}(\text{OH})_2$	9,4	73,2	14,5	8,0	70,9	17,2
$\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80} + \text{OHS}$	8,5	72,0	16,5	7,0	67,5	19,6
$\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80} + \text{ESS}$	7,5	69,6	19,6	7,8	68,8	18,4
$\text{N}_{80}\text{P}_{240}\text{K}_{80} + \text{OHS}$	6,1	63,0	25,7	5,6	63,5	25,9
$\text{N}_{80}\text{P}_{240}\text{K}_{80} + \text{ESS}$	6,2	62,5	28,5	6,4	60,9	26,5

При известковании кислой дерново-подзолистой супесчаной почвы  $^{90}\text{Sr}$  более прочно сорбируется почвой, но значительное количество радионуклида находится в легкодоступной для корневого усвоения растениями форме (таблица 3).

При внесении в почву извести и шлаков наблюдалось уменьшение доли обменной формы  $^{90}\text{Sr}$ , увеличение не-обменной и прочно связанной. Под влиянием шлаков и извести доля необменного  $^{90}\text{Sr}$  увеличилась в 2,4–3,2 раза. Внесение повышенных доз фосфорных удобрений ( $\text{P}_{240}$ ) на фоне шлаков приводит к снижению подвижных форм радионуклида в 1,3 раза по сравнению с контролем. Содержание необменных форм  $^{90}\text{Sr}$  при повышенных дозах фосфорных удобрений возрастало в 4,2–4,7 раза. Влияние высоких доз фосфорных удобрений и шлаков на подвижность  $^{90}\text{Sr}$  проявилось и на 2-й год опыта. Отмечено, что количество необменного  $^{90}\text{Sr}$  при внесении  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  и известковых материалов возрастало по сравнению с  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  в 2,4–2,9 раза. С течением времени содержание  $^{90}\text{Sr}$ , наиболее доступного для корневого усвоения растениями, во всех вариантах опыта снизилось в 1,2 раза. Доля прочносвязанного  $^{90}\text{Sr}$  в 1-й год наблюдений колебалась в пределах 1,6–5,2 %, а через 2 года составляла 1,8–6,2 % от общего количества радионуклидов. Основным минеральным компонентом, принимающим участие в образовании прочных органоминеральных связей, в песчаных и супесчаных почвах могут быть только полуторные окислы Fe и Al или гидрослюды. Уменьшение подвижности  $^{90}\text{Sr}$  при внесении  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  обусловлено сдвигом

равновесия в сторону гуминовых кислот с уменьшением содержания фульвокислот, что, в свою очередь, ведет к снижению миграционной способности  $^{90}\text{Sr}$ . Степень закрепления  $^{90}\text{Sr}$  в твердой фазе зависит от соотношения мобильных и малоподвижных форм гумуса.

Наиболее существенное значение для повышения урожая сельскохозяйственных культур имеют удобрения, содержащие питательный элемент, недостаток которого ограничивает урожай на данной почве.

Вид и сорт зерновых культур оказывают существенное влияние на аккумуляцию  $^{90}\text{Sr}$  в зерне. Экспериментальная оценка влияния различных видов и доз минеральных удобрений на поступление  $^{90}\text{Sr}$  в продукцию растениеводства проведена на дерново-подзолистой песчаной почве. Внесение полного минерального удобрения в почву в дозе  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  приводило к снижению перехода  $^{90}\text{Sr}$  в растения в 1,5–2,2 раза в зависимости от их биологических особенностей (таблица 4).

По данным [7], внесение фосфорных удобрений приводит к уменьшению усвоения  $^{90}\text{Sr}$  растениями на всех типах пахотных почв, загрязненных радионуклидом. При загрязнении почв  $^{90}\text{Sr}$  наиболее эффективным является внесение повышенных (двойных) доз фосфорных удобрений. Накопление радионуклида в урожае уменьшилось в 1,2–3,5 раза. При этом рекомендуется применение повышенных (двойных) доз калийных удобрений и азотных удобрений под запланированный урожай. Накопление  $^{90}\text{Sr}$  в урожае может быть уменьшено до 3 раз [7]. Изменение поглощения  $^{90}\text{Sr}$  под влиянием добавления фосфора

Таблица 4

Влияние минеральных удобрений на накопление  $^{90}\text{Sr}$  в урожае сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистой песчаной почве

Вариант	Рожь озимая, зерно		Картофель, клубни		Ячмень, зерно	
	Кн $^{90}\text{Sr}$	V $^{90}\text{Sr}$ , Бк/м <sup>2</sup>	Кн $^{90}\text{Sr}$	V $^{90}\text{Sr}$ , Бк/м <sup>2</sup>	Кн $^{90}\text{Sr}$	V $^{90}\text{Sr}$ , Бк/м <sup>2</sup>
Контроль	0,384	8,3	0,093	23,8	0,451	11,6
$\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$	0,256	9,5	0,051	17,7	0,208	6,5
$\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{160}$	0,226	10,0	0,036	13,1	0,220	7,2
$\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{240}$	0,274	15,6	0,030	11,5	0,200	7,1
$\text{N}_{80}\text{P}_{160}\text{K}_{80}$	0,194	9,9	0,024	9,4	0,185	6,3
$\text{N}_{80}\text{P}_{240}\text{K}_{80}$	0,190	11,6	0,020	8,2	0,150	5,6
$\text{N}_{80}\text{P}_{240}\text{K}_{240}$	0,135	8,6	0,018	7,4	0,128	5,3
HCP <sub>05</sub>	0,020		0,003		0,015	

Table 4

The influence of mineral fertilizers on the accumulation of  $^{90}\text{Sr}$  in crop yields on soddy-podzolic sandy soil

Variant	Winter rye, grain		Potatoes, tubers		Barley, grain	
	AC of $^{90}\text{Sr}$	R $^{90}\text{Sr}$ , Bg/m <sup>2</sup>	AC of $^{90}\text{Sr}$	R $^{90}\text{Sr}$ , Bg/m <sup>2</sup>	AC of $^{90}\text{Sr}$	R $^{90}\text{Sr}$ , Bg/m <sup>2</sup>
Control	0,384	8,3	0,093	23,8	0,451	11,6
$\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$	0,256	9,5	0,051	17,7	0,208	6,5
$\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{160}$	0,226	10,0	0,036	13,1	0,220	7,2
$\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{240}$	0,274	15,6	0,030	11,5	0,200	7,1
$\text{N}_{80}\text{P}_{160}\text{K}_{80}$	0,194	9,9	0,024	9,4	0,185	6,3
$\text{N}_{80}\text{P}_{240}\text{K}_{80}$	0,190	11,6	0,020	8,2	0,150	5,6
$\text{N}_{80}\text{P}_{240}\text{K}_{240}$	0,135	8,6	0,018	7,4	0,128	5,3
LSD <sub>05</sub>	0,020		0,003		0,015	



в почву объясняется дефицитом подвижных его форм в почве как одного из важных элементов питания растения, образованием труднорастворимых соединений  $^{90}\text{Sr}$  и P, а также изменением метаболизма в отношении усвоения щелочных металлов при внесении фосфорных удобрений. Увеличение дозы фосфора с 80 до 240 кг/га в составе полного минерального удобрения снижало  $\text{Kn}^{90}\text{Sr}$  зерном озимой пшеницы в 2 раза. Внесение  $\text{P}_{240}$  относительно варианта  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  увеличивало урожайность озимой ржи в 1,4–1,6 раза, и, как следствие, вынос  $^{90}\text{Sr}$  с зерном возрастал в 1,2 раза (таблица 4). Ратников с соавторами отмечают, что для снижения поступления  $^{90}\text{Sr}$  в продукцию растениеводства соотношение N:P должно быть 1:2 [8].

Добавление в дерново-подзолистую почву фосфорных удобрений в двойной и тройной дозе обеспечивало снижение поступления  $^{90}\text{Sr}$  в урожай ячменя в 2,4–3,0 раза. Вынос  $^{90}\text{Sr}$  с зерном ячменя при внесении в почву возрастающих доз фосфорных удобрений снижался в 1,8–2,1 раза. Внесение двойной и тройной дозы фосфора ( $\text{P}_{160}$  и  $\text{P}_{240}$ ) под картофель обуславливало уменьшение  $\text{Kn}^{90}\text{Sr}$  клубнями в 2,1–2,65 раза по сравнению с фоном  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$ . Эффективность добавления повышенных доз фосфорных удобрений в почву на фоне  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}$  по критерию выноса  $^{90}\text{Sr}$  с урожаем картофеля с единицы площади меньше, чем по  $\text{Kn}^{90}\text{Sr}$ , и составила 1,9–2,2 раза.

Накопление  $^{90}\text{Sr}$  в зерне и клубнях картофеля при внесении  $\text{K}_{240}$  на фоне  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}$  уменьшалось в 1,4–3,0 раза. Чем выше доза вносимого калия ( $\text{K}_{160}$ ,  $\text{K}_{240}$ ), тем сильнее было выражено снижение поступления  $^{90}\text{Sr}$  в растения. Максимальное снижение  $\text{Kn}^{90}\text{Sr}$  растениями при внесении  $\text{K}_{240}$  отмечено для картофеля и составляло 2,6–3,0 раза. Добавление калийных удобрений при возделывании озимой ржи, картофеля и ячменя вело к заметному увеличению урожая: зерна ячменя – в 1,2–1,4 раза, озимой ржи – в 1,7–2,6 раза, клубней картофеля – в 1,3–1,5 раза. Если оценивать эффективность внесения калийных удобрений по выносу  $^{90}\text{Sr}$ , то наблюдается та же закономерность, что и при оценке ее по  $\text{Kn}$ . Но за счет добавления удобрений увеличилась урожайность и, как следствие, увеличился вынос  $^{90}\text{Sr}$  с урожаем. Вынос  $^{90}\text{Sr}$  с зерном ячменя при внесении калийных удобрений на фоне  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}$  снижался в 1,6–1,8 раза, причем максимальный эффект (в 1,8 раза) получен при внесении  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$ . Применение калийных удобрений при возделывании картофеля на дерново-подзолистой песчаной почве приводило к снижению выноса  $^{90}\text{Sr}$  с урожаем клубней в 1,3–2,0 раза. Величина выноса  $^{90}\text{Sr}$  с единицы площади с урожаем озимой ржи при внесении калийных удобрений на фоне  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}$  возрастала по сравнению с контролем в 1,1–1,9 раза (таблица 4).

Из литературных данных известно, что наибольший эффект по снижению накопления  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в растениях, особенно на почвах легкого гранулометрического состава, отмечается при комплексном применении органических (40–80 т/га) и минеральных удобрений ( $\text{N}_{60-120}\text{P}_{60-120}\text{K}_{90-180}$ ) [8].

В работах [9, 10] говорится о том, что по результатам 4-летнего полевого опыта на радиоактивно загрязненной торфяной почве Гомельской области Республики Беларусь было установлено, что поступление  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в сельскохозяйственные корма (бобовые культуры (кле-

вер, лядвенец, галега) + овсяница + костреч + тимopheвка) зависит от уровня азотного и калийного питания и метеорологических условий вегетационных периодов. Оптимальный уровень обеспеченности элементами минерального питания для получения высокого урожая сена и существенного снижения поступления  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в продукцию составляет  $\text{N}_{30}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$ .

В наших опытах максимальный положительный эффект по ограничению поступления  $^{90}\text{Sr}$  в урожай озимой ржи, ячменя и картофеля получен при совместном внесении тройной дозы фосфора и калия ( $\text{N}_{80}\text{P}_{240}\text{K}_{240}$ ). Накопление  $^{90}\text{Sr}$  в урожае ячменя и картофеля при внесении повышенных доз фосфорных и калийных удобрений в 3,5–5,2 раза меньше, чем на неудобренной почве. Эффективность агрохимического мероприятия, оцениваемая по выносу  $^{90}\text{Sr}$  с урожаем зерна ячменя и клубнями картофеля, была ниже, чем по  $\text{Kn}$ , и составила 2,2–3,2 раза.

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

1. Известкование дерново-подзолистой супесчаной почвы на фоне  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  приводило к снижению  $\text{Kn}^{90}\text{Sr}$  овсом в 1,4–2,2 раза, ячменем – в 1,3–2,65 раза. Накопление  $^{90}\text{Sr}$  в зерне яровых зерновых культур на фоне  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  снижалось в 2,1–2,6 раза. При внесении в почву  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  и шлаков содержание  $^{90}\text{Sr}$  в зерне ячменя в 3,7–4,2 раза ниже, чем на контроле, а  $\text{Kn}^{90}\text{Sr}$  зерном овса при совместном внесении повышенной дозы фосфорных удобрений ( $\text{P}_{240}$ ) и шлаков снижался в 3,1 раза.

2. Вынос  $^{90}\text{Sr}$  с зерном ячменя и овса при внесении шлаков и  $\text{P}_{240}$  снижался в 1,9–2,5 раза по сравнению с фоном.

3. При совместном применении извести и шлаков наблюдалось уменьшение доли обменной формы  $^{90}\text{Sr}$  в 1,3 раза и увеличение необменной в 2,4–3,2 раза. Внесение  $\text{P}_{240}$  на фоне шлаков приводило к снижению подвижных форм радионуклида в 1,3 раза и к повышению необменных форм  $^{90}\text{Sr}$  в 4,2–4,7 раза по сравнению с контролем.

4. На 2-й год опыта количество доступного  $^{90}\text{Sr}$  в почве снизилось в 1,2 раза, необменного – возросло по сравнению с фоном в 2,9–3,3 раза.

5. Внесение калийных удобрений привело к заметному увеличению урожая: зерна ячменя – в 1,2–1,4, озимой ржи – в 1,7–2,6, клубней картофеля – в 1,3–1,5 раза. Вынос  $^{90}\text{Sr}$  с зерном ячменя при внесении  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  снижался в 1,6–1,8 раза, с урожаем клубней – в 1,3–2,0 раза,  $\text{Kn}^{90}\text{Sr}$  клубнями уменьшался в 1,8–4,6 раза.

6. Внесение в дерново-подзолистую песчаную почву  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  приводило к снижению перехода  $^{90}\text{Sr}$  в растения озимой ржи, картофеля и ячменя – в 1,5–2,2 раза. Накопление  $^{90}\text{Sr}$  в зерне и клубнях при внесении  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{240}$  уменьшилось в 1,4–3,0 раза.

7. Увеличение дозы фосфора с 80 до 240 кг/га в составе полного минерального удобрения повышало урожайность озимой ржи в 1,4–1,6 раза и снижало  $\text{Kn}^{90}\text{Sr}$  зерном в 2 раза.

8. Внесение в почву двойной и тройной дозы фосфора обеспечило снижение поступления  $^{90}\text{Sr}$  в урожай ячменя в 2,4–3,0 раза и снижение выноса  $^{90}\text{Sr}$  с зерном в 1,8–2,0 раза. Накопление  $^{90}\text{Sr}$  в урожае ячменя и картофеля при внесении повышенных доз фосфорных и калийных удобрений было в 3,5–5,2 раза меньше, чем на неудобренной почве.

## Библиографический список

1. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239-240}\text{Pu}$  / Под ред. С. М. Вакуловского. Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2015. 225 с.
2. Кречетников В. В., Ратников А. Н., Титов И. Е., Шубина О. А., Прудников П. В., Свириденко Д. Г. Научное обоснование методологии оценки кадастровой стоимости радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных земель // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 3 (67). С. 12–17.
3. Ратников А. Н., Алексахин Р. М., Кочетков И. В., Свириденко Д. Г. Радиоэкологические аспекты реабилитации сельскохозяйственных угодий после аварий на Чернобыльской АЭС и на АЭС «Фукусима-1» // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 2. С. 21–24.
4. Панов А. В., Прудников П. В., Титов И. Е., Кречетников В. В., Ратников А. Н., Шубина О. А. Радиоэкологическая оценка сельскохозяйственных земель и продукции юго-западных районов Брянской области, загрязненных радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная гигиена. 2019. Т. 12. № 1. С. 25–35.
5. Сычев В. Г., Лунев М. И., Орлов М. М., Белоус Н. М. Чернобыль: радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрохимические аспекты снижения последствий радиоактивного загрязнения почв. М.: ВНИИА. 2016. 183 с.
6. Орлов П., Аканова Н., Шпахавцев А. Радиохимические и агрохимические аспекты снижения последствий радиоактивного загрязнения почв // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 2. С. 42–46.
7. Ратников А. Н., Сапожников П. М., Санжарова Н. И., Свириденко Д. Г., Жигарева Т. Л., Попова Г. И., Панов А. В., Козлова И. Ю. Кадастровая стоимость земель в условиях радиоактивного загрязнения // Почвоведение, 2016. № 1. С. 130–140.
8. Ратников А. Н., Переволоцкий А. Н., Фесенко С. В., Исамов Н. Н., Санжарова Н. И., Панов А. В., Свириденко Д. Г. Глава 9. Защитные и реабилитационные мероприятия в лесном и сельском хозяйстве в зоне аварии на Чернобыльской АЭС // Радиоэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС: биологические эффекты, миграция, реабилитация загрязненных территорий. 2018. С. 203–231.
9. Рекомендации по возделыванию многолетних бобово-злаковых многокомпонентных травосмесей на загрязненных радионуклидами торфяных почвах / Т. В. Ласько [и др.]. Минск: Институт радиологии, 2015. 33 с.
10. Подоляк А., Ласько Т., Тагай С. Многолетние бобово-злаковые травосмеси – резерв повышения продуктивности полей // Наука и инновации. 2018. № 10 (188). С. 80–84.


## Об авторах:

Светлана Петровна Арышева<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
 Дмитрий Георгиевич Свириденко<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
 Александр Николаевич Ратников<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник  
 Константин Владимирович Петров<sup>1</sup>, научный сотрудник  
 Владимир Николаевич Мазуров<sup>2</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, директор  
 Полина Сергеевна Семешкина<sup>2</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора, +7 910 869-72-03,  
[polina.semeshkina@gmail.com](mailto:polina.semeshkina@gmail.com)

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, Обнинск, Россия


<sup>2</sup>Калужский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Калужская область, Россия

## Effect of agromeliorative and agrochemical measures on productivity, mobility of $^{90}\text{Sr}$ in soil and its admission to the plant

S. P. Arysheva<sup>1</sup>, D. G. Sviridenko<sup>1</sup>, A. N. Ratnikov<sup>1</sup>, K. V. Petrov<sup>1</sup>, V. N. Mazurov<sup>2</sup>, P. S. Semeshkina<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Russian Research Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Russia

<sup>2</sup>Kaluga Research Institute of Agriculture, Kaluga region, Russia

 E-mail: [polina.semeshkina@gmail.com](mailto:polina.semeshkina@gmail.com)

**Abstract.** On the basis of field experiments on radioactively contaminated soddy-podzolic soils of Novozybkov and Krasnogorsk districts of the Bryansk region the efficiency of measures to reduce  $^{90}\text{Sr}$  input into crop production is estimated. The introduction of lime on the background of  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  led to a decrease in Accumulation coefficient  $^{90}\text{Sr}$  (AC) in oats by 1.4–2.2 times, barley 1.3–2.6 times. The effectiveness of open-hearth and electric slag is equivalent to the action of lime; the  $^{90}\text{Sr}$  accumulation in grain on the background  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  decreased 2.1–2.6 times. When soil  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$  and impurities content of  $^{90}\text{Sr}$  in grain of barley in the 3.7–4.2 times lower than on control, and AC $^{90}\text{Sr}$  in grain oats in a joint introduction of  $\text{P}_{240}$  and slages decreased in 3, 1 times. The removal of  $^{90}\text{Sr}$  with grain was decreased by 1.9–2.5 times. Making  $\text{P}_{240}$  on the background of the slag resulted in the reduction of mobile forms of radionuclide 1.3 times, increase non-exchange forms of  $^{90}\text{Sr}$  and 4.2–4.7 times. This effect persisted to the 2nd year. The amount of  $^{90}\text{Sr}$  available for root uptake by plants in all variants of experiment decreased by 1.2 times, non-exchange increased in comparison with the background by 2.9–3.3 times. The use of potash fertilizers increased yield of barley grains by 1.2–1.4, rye 1.7–2.6, potato tubers by 1.3–1.5 times. Application of  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{240}$  in soil led to the reduction of the transfer of  $^{90}\text{Sr}$  in the plants of rye, potato and barley by 1.5–2.2 times. Removal of  $^{90}\text{Sr}$  with bar-



ley grain decreased by 1.6–1.8 times. The use of potash fertilizers led to a decrease in the removal of  $^{90}\text{Sr}$  with a yield of tubers by 1.3–2.0 times,  $\text{AC}^{90}\text{Sr}$  decreased by 1.8–4.6 times. Accumulation of  $^{90}\text{Sr}$  in grain and potatoes when you make  $\text{N}_{80}\text{P}_{80}\text{K}_{240}$  decreased 1.4–3.0 times. Increasing the dose of phosphorus to 240 kg/ha in the composition of a complete fertilizer increased the yield of rye by 1.4–1.6 times, and reduced  $\text{AC}^{90}\text{Sr}$  grain by 2 times. Application of  $\text{P}_{160-240}$  ensured the decrease of  $^{90}\text{Sr}$  in barley crop of 2.4–3.0 times, removal of  $^{90}\text{Sr}$  by barley grain decreased in 1.8–2.1 times. The accumulation of  $^{90}\text{Sr}$  in the yield of barley and potatoes with the introduction of  $\text{P}_{240}$  and  $\text{K}_{240}$  3.5–5.2 times less than in the inconvenient soil.

**Keywords:** soddy-podzolic soil,  $^{90}\text{Sr}$ , accumulation factor, the mobility of the radionuclide, agricultural crops, wastes, mineral fertilizers, agroforestry and agro-chemical activities.

**For citation:** Arysheva S. P., Sviridenko D. G., Ratnikov A. N., Petrov K. V., Mazurov V. N., Semeshkina P. S. Vliyanie agromeliorativnykh i agrokhimicheskikh meropriyatii na produktivnost' polevykh kul'tur, podvizhnost'  $^{90}\text{Sr}$  v pochve i ego postupleniye v rasteniya [Effect of agromeliorative and agrochemical measures on productivity, mobility of  $^{90}\text{Sr}$  in soil and its admission to the plant] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 8 (187). Pp. 8–15. DOI: 10.32417/article\_5d908b8596ff29.11846820. (In Russian.)

### References

1. Dannye po radioaktivnomu zagryazneniyu territorii naselennykh punktov Rossijskoj Federatsii  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239-240}\text{Pu}$  [Data on radioactive contamination of the territory of settlements of the Russian Federation  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239-240}\text{Pu}$ ] / Under the editorship of S. M. Vakulovsky. Obninsk: „Research and production association „Typhoon“, 2015. 225 p. (In Russian.)
2. Krechetnikov V. V., Ratnikov A. N., Titov I. E., Shubina O. A., Prudnikov P. V., Sviridenko D. G. Nauchnoe obosnovanie metodologii otsenki kadaastrovoj stoimosti radioaktivno zagryaznennykh sel'skokhozyajstvennykh zemel' [Scientific substantiation of the methodology for assessing the cadastral value of radioactively contaminated agricultural land] // Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii. 2018. No. 3 (67). Pp. 12–17. (In Russian.)
3. Ratnikov A. N., Aleksakhin R. M., Kochetkov I. V., Sviridenko D. G. Radioekologicheskie aspekty reabilitatsii sel'skokhozyajstvennykh ugodij posle avarij na Chernobyl'skoj AEHS i na AEHS „Fukusima-1“ [Radiological aspects of rehabilitation of agricultural land after the accident at the Chernobyl NPP and NPP „Fukushima-1“] // Vestnik of the Russian Agricultural Sciences. 2015. No. 2. Pp. 21–24. (In Russian.)
4. Panov A. V., Prudnikov P. V., Titov I. E., Krechetnikov V. V., Ratnikov A. N., Shubina O. A. Radioekologicheskaya otsenka sel'skokhozyajstvennykh zemel' i produktsii yugo-zapadnykh rajonov Bryanskoj oblasti, zagryaznennykh radionuklidami v rezul'tate avarii na Chernobyl'skoj AEHS [Radioecological assessment of agricultural lands and products of the South-Western regions of the Bryansk region contaminated with radionuclides as a result of the Chernobyl accident] // Radiation Hygiene. 2019. Vol. 12. No. 1. Pp. 25–35. (In Russian.)
5. Sychev V. G., Lunev M. I., Orlov M. M., Belous N. M. Chernobyl': radiatsionnyj monitoring sel'skokhozyajstvennykh ugodij i agrokhimicheskie aspekty snizheniya posledstvij radioaktivnogo zagryazneniya pochv [Chernobyl: radiation monitoring of agricultural land and agrochemical aspects of reducing the effects of radioactive contamination of soils]. Moscow: VNIIA, 2016. 183 p. (In Russian.)
6. Orlov N., Akanov A., Shpakhavtsev A. Radiokhimicheskie i agrokhimicheskie aspekty snizheniya posledstvij radioaktivnogo zagryazneniya pochv [Radiochemical and agrochemical aspects of reducing the effects of radioactive contamination of soils] // Mezhdunarodnyj sel'skokhozyajstvennyj zhurnal. 2017. No. 2. Pp. 42–46. (In Russian.)
7. Ratnikov A. N., Sapozhnikov P. M., Sanzharova N. I., Sviridenko D. G., Zhigareva T. L., Popova G. I., Panov A. V., Kozlova I. Y. Kadaastrovaya stoimost' zemel' v usloviyakh radioaktivnogo zagryazneniya [Cadastral value of land under radioactive contamination] // Eurasian Soil Science, 2016. No. 1. Pp. 130–140. (In Russian.)
8. Ratnikov A. N., Perevolotsky A. N., Fesenko S. V., Isamov N. N., Sanzharova N. I., Panov A. V., Sviridenko D. G. Glava 9. Zashhitnye i reabilitatsionnye meropriyatiya v lesnom i sel'skom khozyajstve v zone avarii na Chernobyl'skoj AEHS [Chapter 9. Protective and rehabilitation measures in forestry and agriculture in the Chernobyl accident zone] // Radioekologicheskie posledstviya avarii na Chernobyl'skoj AEHS: biologicheskie ehffekty, migratsiya, reabilitatsiya zagryaznennykh territorij. 2018. Pp. 203–231. (In Russian.)
9. Rekomendatsii po vozdel'yvaniyu mnogoletnikh bobovo-zlakovykh mnogokomponentnykh travosmesej na zagryaznennykh radionuklidami torfyanykh pochvakh [Recommendations for the cultivation of perennial legume-cereal multicomponent mixtures on contaminated peat soils] / T. V. Lasko [et al.]. Minsk: Institute of radiology, 2015. 33 p. (In Russian.)
10. Podolyak A., Lasko T., Tagay S. Mnogoletnie bobovo-zlakovye travosmesi – rezerv povysheniya produktivnosti polej [Perennial legume-grass mixtures – a reserve for increasing the productivity of fields] // Nauka i innovatsii. 2018. No. 10 (188). Pp. 80–84. (In Russian.)

### Authors' information:

Svetlana P. Arysheva<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, senior researcher

Dmitriy G. Sviridenko<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, senior researcher

Aleksandr N. Ratnikov<sup>1</sup>, doctor of agricultural sciences, leading researcher, professor

Konstantin V. Petrov<sup>1</sup>, researcher

Vladimir N. Mazurov<sup>2</sup>, candidate of agricultural sciences, director

Polina S. Semeshkina<sup>2</sup>, candidate of agricultural sciences, deputy director, +7 910 869-72-03, [polina.semeshkina@gmail.com](mailto:polina.semeshkina@gmail.com)


<sup>1</sup> Russian Research Institute of Radiology and Agroecology, Obninsk, Russia

<sup>2</sup> Kaluga Research Institute of Agriculture, Kaluga region, Russia

## Инновационная технология производства флокированных зерен для стартерных и престартерных комбикормов с использованием очищенного биогаза

В. А. Афанасьев<sup>1</sup>, А. Н. Остриков<sup>1</sup>, А. А. Шевцов<sup>1</sup>, А. В. Терехина<sup>1</sup> , А. И. Александров<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия

 E-mail: gorbatova.nastia@yandex.ru

**Аннотация.** Исследована степень клейстеризации крахмала ячменя в зависимости от величины зазора между вальцами. С этой целью образцы ячменя, обработанного паром при атмосферном давлении в течение 10 минут пропускали через плющильный станок, изменяя величину зазора между вальцами. Проведены исследования по выявлению влияния степени клейстеризации крахмала на его переваримость. Результаты опытов показывают, что с уменьшением величины зазора между валками степень клейстеризации увеличивается. Установлено, что для пропаренного ячменя при одних и тех же режимах можно получить различную степень клейстеризации крахмала в зависимости от величины зазора между валками плющильного станка, то есть от толщины хлопьев. Выявлено, что зерно целесообразно увлажнять водой температурой 40–60 °С в течение 1–2 минут до влажности 15–19 %. Продолжительность отволаживания должна составлять для пшеницы, шелушенных ячменя и овса, цельного зерна ячменя и овса 2–4 часа; кукурузы и гороха – 4–6 часов. Установлено, что при обработке зерна паром в течение 5 минут степень денатурации белка составляет 28 %, 10 минут – 47,2 %, 60 минут – 87,7 %. Полученные данные использованы при разработке технологии флокированных зерен для стартерных и престартерных комбикормов для молодняка сельскохозяйственных животных. Разработана комплексная технология производства стартерных и престартерных комбикормов на базе предварительно подготовленного зерна производительностью 2 т/ч, основанная на флокировании зерна, т. е. плющении с более длительным пропариванием корма (12–14 минут) при повышенной температуре (до 95 °С), позволяющем повысить усвояемость корма до 85–88 %. Эта технология улучшит доступность крахмала в результате разрыва крахмальных зерен и их желатинизации, улучшит вкусовые качества, поедаемость корма и его переваримость.

**Ключевые слова:** технология, комбикорм, флокирование, плющение, пропаривание, сушка, эффективность.

**Для цитирования:** Афанасьев В. А., Остриков А. Н., Шевцов А. А., Терехина А. В., Александров А. И. Инновационная технология производства флокированных зерен для стартерных и престартерных комбикормов с использованием очищенного биогаза // Аграрный вестник Урала. 2019. № 8 (187). С. 16–27. DOI: 10.32417/article\_5d908b85a90539.28406450.

**Дата поступления статьи:** 27.05.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

При производстве комбикормов для молодняка животных (телят и поросят) с целью повышения питательной ценности и усвояемости производят специальную обработку зерна, применяя такие способы, как флокирование, микронизация, экструдирование. Исследованиями установлено, что применение флокирования (гидротермической обработки зерна с последующим плющением при производстве хлопьев) обеспечивает повышение переваримости крахмала в 1,5–2 раза, снижение доли неперевариваемой клетчатки, инактивацию антипитательных веществ, улучшение переваримости протеина на 15–20 %. Согласно прогнозам, на 2020–2025 годы, объемы производства комбикормов в России будут расти (рис. 1). Использование плющенных зерен, приводящих к улучшению качества комбикормов, является перспективным направлением совершенствования технологий производства комбикормовой продукции [3, 7–10].

В себестоимости комбикормов значительную часть (от 20 до 35 %) составляют энергозатраты. К примеру, при производстве 1 тонны стартерных и престартерных комбикормов для молодняка сельскохозяйственных животных расходуется от 300 до 500 кВт·ч/т электроэнергии и около

300–400 м<sup>3</sup> технологического пара. Особенно остро эта проблема стоит в глубинных негазифицированных районах страны. Для снижения доли энергозатрат в структуре себестоимости кормов целесообразно предусмотреть автономное энергоснабжение комбикормового производства за счет биотопливных ресурсов. Наиболее эффективным способом решения этой задачи является использование биогаза, полученного из отходов животноводства. По данным Минсельхоза России потенциал производства биогаза в Российской Федерации составляет 2 млрд м<sup>3</sup>/год [1, 2]. К примеру, производство и использование биогаза, получаемого из отходов свинокомплексов (при минимальном количестве голов свинокомплекса, равном 10 000), практически полностью закрывает их энергетические потребности (на базе отходов от одной взрослой свиньи можно выработать 0,35 м<sup>3</sup> биогаза в сутки, или 8,15 МДж энергии).

Процесс анаэробного брожения, наряду с получением биогаза, позволяет переработать отходы животноводческих комплексов в нетоксичные органические удобрения, которые в дальнейшем с успехом могут быть использованы в сельском хозяйстве [4–6].

Технологическая линия разработана по результатам исследований, выполненных в рамках НИР «Адаптация соз-

данных гидротермических технологий и комплекта оборудования для производства комбикормов с использованием биогаза, получаемого при переработке отходов животноводческих комплексов производительностью 2 т/ч».

#### Методология и методы исследований (Methods)

Целью данной работы являлась разработка инновационной технологии производства флокированных зерен для стартерных и престартерных комбикормов для молодняка сельскохозяйственных животных.

Выявлено, что зерно целесообразно увлажнять водой температурой 40–60 °С в течение 1–2 минут до влажности 15–19 % (ячмень, пшеница – 15–17 %; овес – 15–16 %; кукуруза, горох – 17–19 %). Продолжительность отволаживания должна составлять для пшеницы, шелушенных ячменя и овса, цельного зерна ячменя и овса 2–4 часа; кукурузы и гороха – 4–6 часов. Установлено, что при обработке зерна паром в течение 5 минут степень денатурации белка составляет 28 %, 10 минут – 47,2 %, 60 минут – 87,7 %.

Пропаривание увлажненного зерна пшеницы, шелушенных и нешелушенных ячменя и овса осуществляли в пропаривателе лопастного типа до температуры 80–100 °С в следующем диапазоне изменения параметров пара: давление – 0,22–0,32 МПа, температура – 130–140 °С, расход – 120–220 кг/ч (1,320–2,420 кг/кг·мин) в течение 10–20 минут до влажности 19–20 %; кукурузы и гороха – в течение 20–30 минут до влажности 20–21 %. Увлажнение зерна водой и последующее плющение приводит к увеличению степени клейстеризации крахмала до 40–50 %, при пропаривании и плющении степень клейстеризации крахмала возрастает до 60–70 %.

Исследована степень клейстеризации крахмала ячменя в зависимости от величины зазора между вальцами. С этой целью образцы ячменя, обработанного паром при атмосферном давлении в течение 10 минут, пропускали через плющильный станок, изменяя величину зазора между вальцами. Проведены исследования по выявлению влияния степени клейстеризации крахмала на его переваримость. Плющение пропаренного зерна производили на двухвалковой плющилке при скорости вращения валков 11,4 м/с и 7,6 м/с. Плющение пропаренного зерна проводили при зазоре между вальками 0,5–0,6 мм для пшеницы, шелушенных и нешелушенных ячменя и овса; 0,8–1,0 мм – кукурузы и гороха.

После влаготепловой обработки и плющения хлопья необходимо подвергать сушке с целью снижения влажности:

определены режимы сушки: температура агента – 120–130 °С, продолжительность – 8–9 минут, скорость воздуха – 0,7–0,8 м/с. Охлаждение высушенных хлопьев следует проводить при скорости воздуха 0,7–0,8 м/с в течение 4–5 минут. Изучение влияния пропаривания и плющения на содержание биологически активных веществ показало, что в процессе обработки количество витамина E в кукурузе снижается на 23–28 %, витамина B<sub>2</sub> в ячмене – на 6–10 %. Микробиологические показатели зерна после обработки паром значительно улучшаются, обсемененность зерна микроорганизмами снижается на 95–98 %.

#### Результаты (Results)

Результаты опытов показывают, что с уменьшением величины зазора между вальками степень клейстеризации увеличивается (таблица 1). В полученных хлопьях степень клейстеризации крахмала составила 29 % при зазоре 0,5 мм и 68 % при зазоре 0,1 мм.

Хлопья, выработанные при величине зазора 0,1–0,5 мм, имели хрупкую структуру вследствие того, что зерно подвергалось очень сильному механическому раздавливанию. В связи с тем, что уменьшение зазора между вальками приводит к значительному увеличению мощности установки, последующие исследования проводили при зазоре между вальками 0,2–0,25 мм.

Установлено, что длительность пропаривания и расход пара увеличивают степень клейстеризации крахмала (таблица 2). Пропаривание и плющение оказывают влияние на процесс переваримости крахмала. Меньшей переваримостью обладает крахмал необработанного ячменя (исходный ячмень). В течение 5 часов крахмал данного зерна расщепился с образованием 215 мг/г глюкозы.

При пятичасовом гидролизе крахмала хлопьев, полученных из пропаренного ячменя, образовалось 320–430 мг/г глюкозы. Прослеживается закономерность повышения переваримости крахмала по мере повышения длительности пропаривания ячменя перед его плющением.

В результате оценки влияния степени клейстеризации крахмала на его переваримость получено, что количество образующейся глюкозы при ферментативном гидролизе крахмала за одинаковый промежуток времени в более клейстеризованном зерне больше по сравнению с менее клейстеризованным. По сравнению с исходным ячменем скорость переваримости крахмала хлопьев из пропаренного ячменя с высокой степенью клейстеризации повышается в 2–3,5 раза.

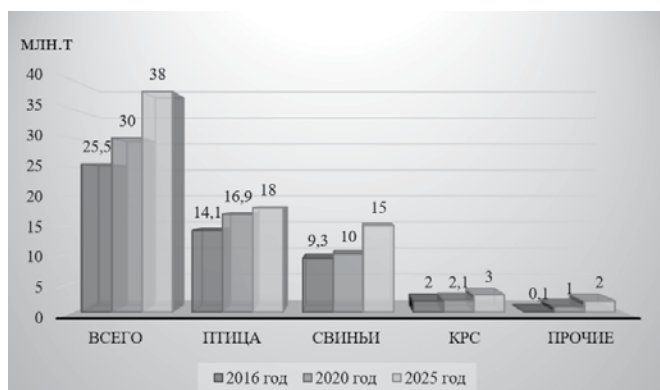


Рис. 1. Объем производства комбикормов в России в 2016–2025 годы

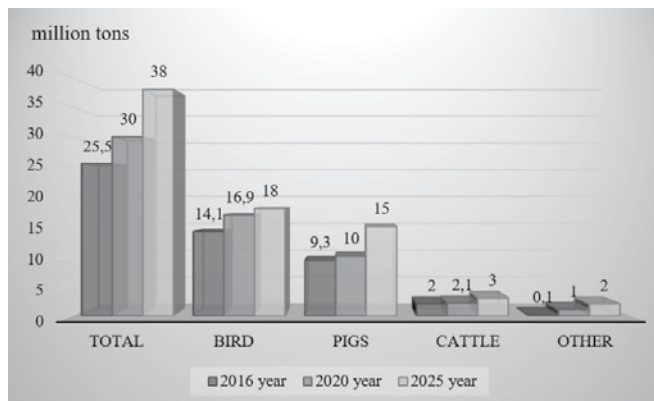


Fig. 1. The volume of production of animal feed in Russia in 2016–2025 years



Таблица 1

Изменение степени клейстеризации крахмала в зависимости от величины зазора между валками плющильного станка

Показатели	Зерно после пропаривания	Величина зазора между валками, мм						
		0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1
Степень клейстеризации крахмала, %	12	29	34	40	45	50	65	68

Table 1

Change in the degree of gelatinization of starch, depending on the size of the gap between the rollers flattening machine

Indicators	Grainaftersteaming	The size of the gap between the rolls, mm						
		0,5	0,4	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1
The degree of gelatinization of starch,%	12	29	34	40	45	50	65	68

Таблица 2

Изменение степени клейстеризации крахмала ячменя в зависимости от длительности обработки паром и его расхода

Показатели	Длительность пропаривания, мин.							
	1	3	5	7	10	20	30	60
Расход пара 10 кг/ч								
Степень клейстеризации крахмала, %:								
после пропаривания	–	3	5	8	13	23	38	85
после плющения	35	42	45	48	50	51	55	100
Расход пара 20 кг/ч								
Степень клейстеризации крахмала, %:								
после пропаривания	–	3	5	8	13	25	38	83
после плющения	36	43	47	49	50	58	60	100
Расход пара 30 кг/ч								
Степень клейстеризации крахмала, %:								
после пропаривания	–	3	7	6	12	25	26	85
после плющения	38	45	48	49	53	55	60	100
Расход пара 40 кг/ч								
Степень клейстеризации крахмала, %:								
после пропаривания	–	3	6	8	12	23	40	86
после плющения	40	45	48	49	54	56	60	100
Расход пара 50 кг/ч								
Степень клейстеризации крахмала, %:								
после пропаривания	–	3	5	7	13	24	40	86
после плющения	40	45	48	49	54	56	60	100

Table 2

Change in the degree of gelatinization of starch of barley, depending on the duration of steam treatment and its consumption

Indicators	Steaming time, min							
	1	3	5	7	10	20	30	60
Steam consumption 10 kg/h								
The degree of gelatinization of starch,%:								
after steaming	–	3	5	8	13	23	38	85
after flattening	35	42	45	48	50	51	55	100
Steam consumption 20 kg/h								
The degree of gelatinization of starch,%:								
after steaming	–	3	5	8	13	25	38	83
after flattening	36	43	47	49	50	58	60	100
Steam consumption 30 kg/h								
The degree of gelatinization of starch,%:								
after steaming	–	3	7	6	12	25	26	85
after flattening	38	45	48	49	53	55	60	100
Steam consumption 40 kg/h								
The degree of gelatinization of starch,%:								
after steaming	–	3	6	8	12	23	40	86
after flattening	40	45	48	49	54	56	60	100
Steam consumption 50 kg/h								
The degree of gelatinization of starch,%:								
after steaming	–	3	5	7	13	24	40	86
after flattening	40	45	48	49	54	56	60	100

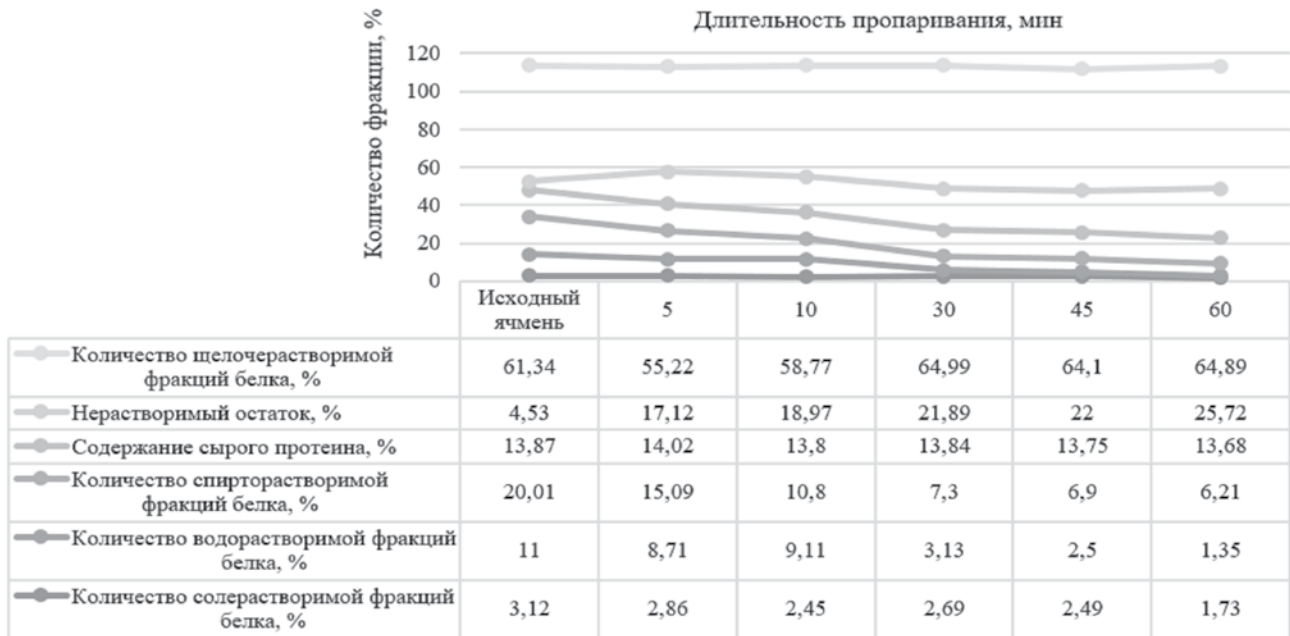


Рис. 2. Зависимость длительности пропаривания ячменя и плющения на содержание и фракционный состав белка

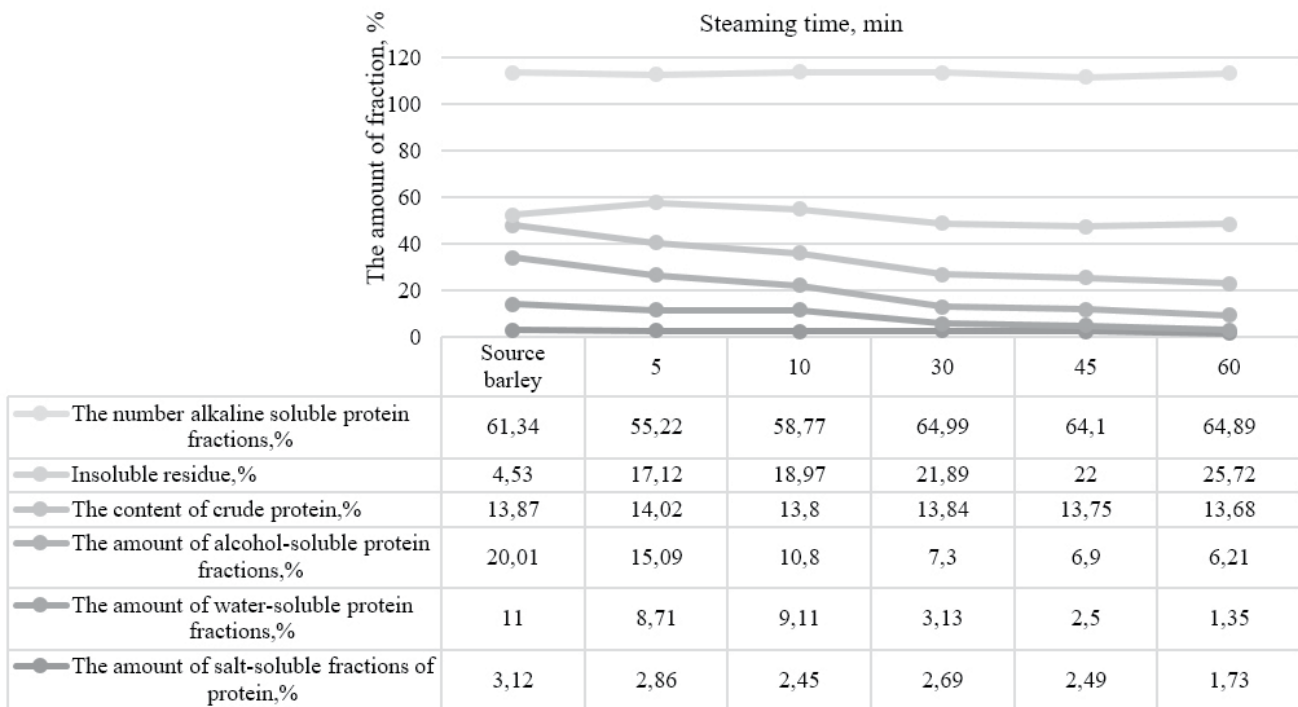


Fig. 2. The dependence of the duration of steaming barley and flattening on the content and fractional composition of the protein

Установлено, что для пропаренного ячменя при одних и тех же режимах можно получить различную степень клейстеризации крахмала в зависимости от величины зазора между валками плющильного станка, то есть от толщины хлопьев. Наилучшие результаты по переваримости достигаются при плющении ячменя на вальцах с зазором 0,1–0,5 мм. С уменьшением зазора между вальцами и уменьшением толщины хлопьев степень клейстеризации крахмала и водопоглотительная способность увеличива-

ются. Изучено влияние пропаривания зерна с последующим плющением на фракционный состав белка (рис. 2).

По результатам исследований можно сделать вывод, что для предотвращения снижения переваримости протеина ячменя длительность пропаривания его при атмосферном давлении не должна превышать 30 минут.

Полученные данные использованы при разработке технологии флокированных зерен для стартерных и престаартерных комбикормов для молодняка сельскохозяйственных животных.

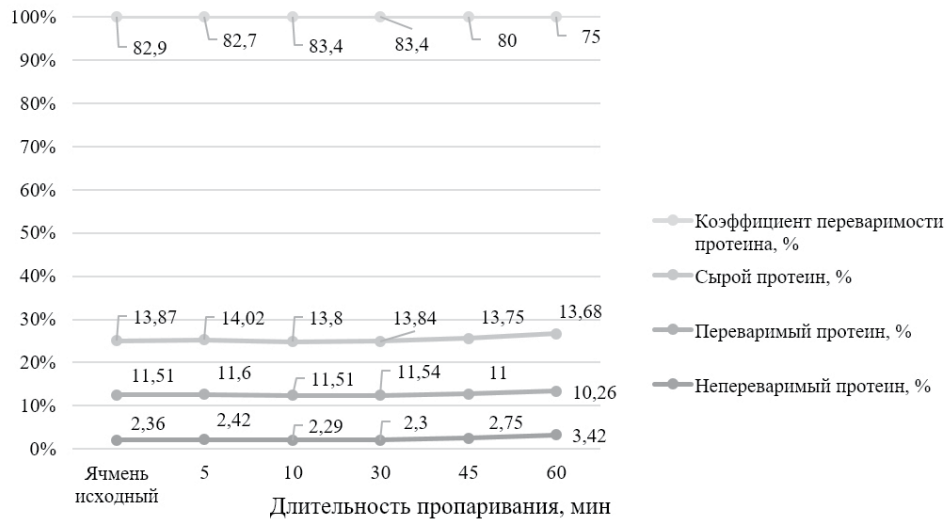


Рис. 3. Зависимость переваримости in vitro протеина ячменя от времени обработки паром

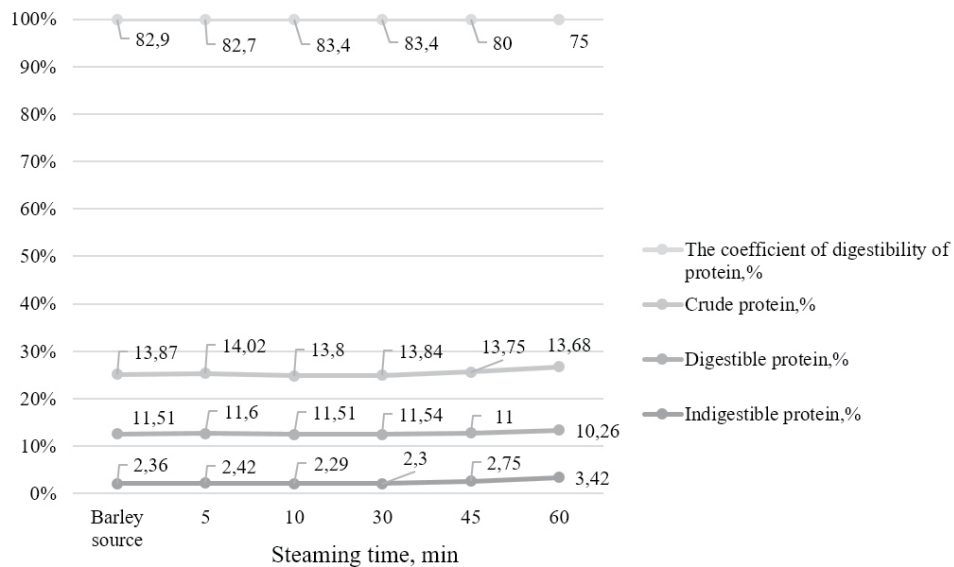


Fig. 3. Dependence of in vitro digestibility of barley protein on the time of steaming

Таблица 3  
Схема опыта на телятах в возрасте от 10 до 75 дней

Назначение группы	Поголовье	Условия кормления
Контрольная	26	ОР + КР-1 (содержит 40,0 % ячменя и 11,4 % овса без пленок)
Опытная I	22	ОР + КР-1 (40,0 % ячменя, 11,4 % овса и 5,0 % гороха в виде измельченных хлопьев)
Опытная II	22	ОР + КР-1 (40,0 % ячменя, 11,4 % овса и 5,0 % гороха в виде неизмельченных хлопьев)
Опытная III	25	ОР + КР-1 (40,0 % ячменя, 14,0 % овса и 10,0 % гороха в виде неизмельченных хлопьев без сахара и с пониженным содержанием сухого молока)
Опытная IV	21	ОР + КР-1 (45,0 % ячменя, 7,5 % овса и 17,9 % гороха в виде неизмельченных хлопьев, без сахара и сухого молока)

Table 3  
Scheme of experience on calves aged 10 to 75 days

Group assignment	Livestock	Feeding conditions
Control	26	OR + KR-1 (contains 40.0 % barley and 11.4 % oats without films)
Experienced I	22	OR + KR-1 (40.0 % barley, 11.4 % oat, and 5.0 % pea in the form of crushed flakes)
Experienced II	22	OR + KR-1 (40.0 % barley, 11.4 % oats and 5.0 % peas in the form of unground flakes)
Experienced III	25	OR + KR-1 (40.0 % barley, 14.0 % oats and 10.0 % peas in the form of uncrushed flakes without sugar and with a reduced content of dry milk)
Experienced IV	21	OR + KR-1 (45.0 % barley, 7.5 % oats, and 17.9 % peas in the form of un-ground flakes, without sugar and powdered milk)



## Рецепты стартерных комбикормов для телят в возрасте 10–75 дней

Компоненты	Состав комбикорма КР-1, %				
	Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
Ячмень без пленок	40,0	–	–	–	–
Овес без пленок	11,4	–	–	–	–
Ячменные хлопья измельченные	–	40,0	–	–	–
Овсяные хлопья измельченные	–	11,4	–	–	–
Ячменные хлопья неизмельченные	–	–	40,0	40,0	45,0
Овсяные хлопья неизмельченные	–	–	11,4	14,0	7,5
Гороховые хлопья измельченные	–	5,0	–	–	–
Гороховые хлопья неизмельченные	–	–	5,0	10,0	17,9
Шрот соевый	13,9	8,9	8,9	13,9	16,5
Дрожжи кормовые	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Сухое молоко	18,0	18,0	18,0	9,0	–
Травяная мука	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Сахар	4,0	4,0	4,0	–	–
Фосфат	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Соль	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Мел	1,3	1,3	1,3	1,7	1,7
Премикс КР-2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<i>Показатели качества</i>					
Кормовые единицы в 100кг	130,0	128,0	128,1	126,0	124,6
Обменная энергия, в 1 кг МДж	11,69	11,69	11,68	11,35	11,12
Сырой протеин, %	21,09	20,33	20,33	20,52	20,06
Сырая клетчатка, %	3,42	3,34	3,34	4,09	4,50
Лизин, %	1,32	1,26	1,26	1,22	1,15
Метионин + цистин, %	0,66	0,62	0,62	0,62	0,58
Жир, %	2,21	2,24	2,24	2,43	2,37
Кальций, %	1,11	1,10	1,10	1,15	1,05
Фосфор, %	0,65	0,64	0,64	0,61	0,57
Натрий, %	0,32	0,34	0,34	0,30	0,24

Table 4

## Recipes starter feed for calves aged 10–75 days

Components	The composition of the feed KR-1, %				
	Control	I experienced	II experienced	III experienced	IV experienced
Barley without films	40,0	–	–	–	–
Oats without films	11,4	–	–	–	–
Shredded barley flakes	–	40,0	–	–	–
Chopped oat flakes	–	11,4	–	–	–
Unground barley flakes	–	–	40,0	40,0	45,0
Unground oat meal	–	–	11,4	14,0	7,5
Pea flakes shredded	–	5,0	–	–	–
Pea flakes unground	–	–	5,0	10,0	17,9
Soybean meal	13,9	8,9	8,9	13,9	16,5
Nutrient yeast	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Powdered milk	18,0	18,0	18,0	9,0	–
Grass meal	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Sugar	4,0	4,0	4,0	–	–
Phosphate	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Salt	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Chalk	1,3	1,3	1,3	1,7	1,7
Premix KR-2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<i>Quality indicators</i>					
100 kg feed units	130,0	128,0	128,1	126,0	124,6
Exchange energy in 1 kg MJ	11,69	11,69	11,68	11,35	11,12
Crude protein, %	21,09	20,33	20,33	20,52	20,06
Crude fiber, %	3,42	3,34	3,34	4,09	4,50
Lysine, %	1,32	1,26	1,26	1,22	1,15
Methionine + cystine, %	0,66	0,62	0,62	0,62	0,58
Fat, %	2,21	2,24	2,24	2,43	2,37
Calcium, %	1,11	1,10	1,10	1,15	1,05
Phosphorus, %	0,65	0,64	0,64	0,61	0,57
Sodium, %	0,32	0,34	0,34	0,30	0,24

Таблица 5

## Рационы телят за период опыта по фактически потребленным кормам

Показатели	Группы				
	Контрольная	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
Комбикорм КР-1 (контрольная)	1,1	–	–	–	–
Комбикорм КР-1 (I опытная)	–	1,1	–	–	–
Комбикорм КР-1 (II опытная)	–	–	1,1	–	–
Комбикорм КР-1 (III опытная)	–	–	–	1,1	–
Комбикорм КР-1 (IV опытная)	–	–	–	–	1,1
ЗЦМ	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Сено люцерновое	1,2	1,1	1,2	1,3	1,2
<i>В рационе содержится:</i>					
кормовых единиц	2,76	2,56	2,60	2,63	2,56
сухого вещества, кг	2,2	2,2	2,2	2,3	2,2
сырого протеина, г	484,0	461,2	475,6	492,1	472,7
переваримого протеина, г	392,7	380,6	390,7	408,0	393,2
сырой клетчатки, г	397,0	315,0	340,3	373,9	353,0
сырого жира, г	133,2	131,3	133,5	137,8	135,0
кальция, г	34,9	34,8	36,5	38,8	36,0
фосфора, г	13,0	12,7	12,9	12,8	12,1

Table 5

## Calves rations for the period of experience on actually consumed feed

Indicators	Groups				
	Control	I experienced	II experienced	III experienced	IV experienced
Compound feed KR-1 (control)	1,1	–	–	–	–
Compound feed KR-1 (I experienced)	–	1,1	–	–	–
Compound feed KR-1 (II experienced)	–	–	1,1	–	–
Compound feed KR-1 (III experienced)	–	–	–	1,1	–
Compound feed KR-1 (IV experienced)	–	–	–	–	1,1
ZCM	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Alfalfa hay	1,2	1,1	1,2	1,3	1,2
<i>The diet contains:</i>					
feed units	2,76	2,56	2,60	2,63	2,56
dry matter, kg	2,2	2,2	2,2	2,3	2,2
crude protein, g	484,0	461,2	475,6	492,1	472,7
digestible protein, g	392,7	380,6	390,7	408,0	393,2
crude fiber, g	397,0	315,0	340,3	373,9	353,0
raw fat, g	133,2	131,3	133,5	137,8	135,0
calcium, g	34,9	34,8	36,5	38,8	36,0
phosphorus, g	13,0	12,7	12,9	12,8	12,1

Установлено влияние продолжительности нагрева при пропаривании и плющении ячменя на изменение белково-го комплекса (рис. 3).

На предлагаемой линии вырабатывают хлопья из цельного зерна, например ячменя, пшеницы, кукурузы, шелушенного ячменя и бобовых культур. Зерновые хлопья используются при производстве полнорационных комбикормов для молодняка свиней (поросят в возрасте от 10 до 60 дней), комбикормов-концентратов для поросят в возрасте до 4 месяцев, телят в возрасте до 115 дней и молодняка других сельскохозяйственных животных. Зерно перед подачей на линию плющения должно обязательно пройти очистку от сорных, минеральных и металломагнитных примесей. При выработке хлопьев из шелушенно-

го зерна ячменя и овса перед подачей на линию плющения осуществляется снятие пленки с зерна этих культур и отделение лузги одним из существующих способов: способом измельчения с последующим просеиванием и отвеиванием пленок из сходовых фракций или способом шелушения на специальных машинах с отделением пленок. Шелушенный ячмень и овес должны удовлетворять требованиям нормативной документации на данные виды продукции, ОСТ 00932117-001-95 «Ячмень кормовой шелушенный. Технические условия» и ОСТ 00932117-004-96 «Овес кормовой шелушенный. Технические условия». В основном продукте шелушения ячменя допускается содержание сырой клетчатки не более 3,5 %, овса – не более 5,3 %.

Технологическая схема линии производства флокированных зерен для стартерных и престартерных комбикормов для молодняка сельскохозяйственных животных производительностью 2 т/ч (рис. 4) включает следующие технологические операции: контроль заданной производительности по исходному продукту посредством питателя 2, установленного на выходе из приемного бункера 1; очистка зерна от метало-магнитных примесей в магнитном сепараторе 3; увлажнение зерна в увлажнительной машине 4; равномерное распределение влажности по всему объему подаваемого зерна в отволаживателе 5; пропаривание зерна в аппарате для влаготепловой обработки 6; получение зерновых хлопьев в плющильной машине 7; сушка плющенных хлопьев и их охлаждение в сушилке-охладителе 8; хранение обработанного зерна в бункере 9; очистка исходного биогаза от сероводорода в колонке 10; охлаждение очищенного от сероводорода биогаза в холодильнике 11; очистка от  $H_2O$  в колонке 12; нагнетание очищенного биогаза в парогенератор 15; получение сушильного агента в теплообменнике 16 за счет теплоты продуктов сгорания в парогенераторе 15.

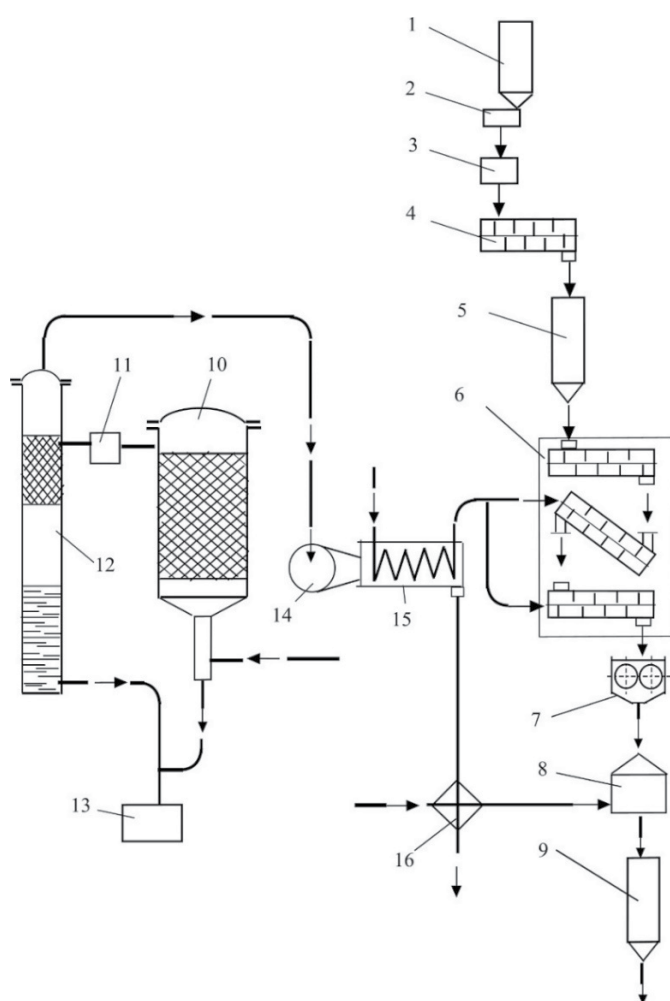


Рис. 4. Технологическая схема линии производства флокированных зерен для стартерных и престартерных комбикормов для молодняка сельскохозяйственных животных  
Fig. 4. Technological scheme of the production line of flocked grains for starter and prestarter feed for young farm animals

Исходное зерно накапливается в производственном бункере 1. В зависимости от производительности линии питателем 2 через магнитный сепаратор 3 зерно подается в увлажнительную машину 4 до достижения влажности 23–35 %. Увлажненное зерно выдерживают в отволаживателе 5, для равномерного распределения влажности по всему объему зерновой массы.

В аппарате для влаготепловой обработки 6 осуществляют пропаривание зерна в течение 12–14 минут при повышенной температуре (до 95 °С), позволяющей повысить усвояемость корма до 85–88 %. Пропаренное зерно предварительно подогревают в течение 3–5 минут, пропускают через вальцы плющильной машины 10 с зазором между вальцами 0,4–0,55 мм и получают зерновые хлопья.

В сушилке-охладителе 8 осуществляют сушку зерновых хлопьев при температуре 80–90 °С и скорости сушильного агента 0,4–0,7 м/с при снижении влажности до 8–9 %. В зоне охлаждения сушилки-охладителя снижают температуру высушенных плющенных зерен до температуры окружающей среды атмосферным воздухом. Обработанное зерно отводят в бункер 9.

На основе проведенных исследований определены рациональные способы очистки биогаза, подаваемого на горелки парогенератора следующего научно обоснованного состава: метана до 60 %,  $H_2S$  – до 20 мг/м<sup>3</sup>, паров  $H_2O$  не более 9 мг/м<sup>3</sup>,  $CO_2$  – до 36 %.

Исходный биогаз подается в колонку очистки от сероводорода 10, очищенный от сероводорода газ охлаждается в холодильнике 11, после чего в колонке очистки от  $H_2O$  12 с помощью вентилятора 14 подается в топку парогенератора 15.

В парогенераторе 15 посредством рекуперативного теплообмена между продуктами сгорания биогаза и водой осуществляют подготовку пара для пропаривания в аппарате для влаготепловой обработки и нагревания сушильного агента (воздуха) в теплообменнике 16 для сушки плющеного зерна в сушилке-охладителе с последующим его охлаждением до температуры окружающей среды. Конденсат, образовавшийся в колонках очистки от  $H_2S$  и  $H_2O$ , отводится в сборник конденсата 13.

Для определения эффективности использования флокированных зерен в составе стартерных комбикормов проведены исследования на телятах в возрасте от 10 до 75 дней (таблица 3). Выработаны опытные партии стартерных комбикормов (таблица 4)

Контрольная партия комбикорма содержала измельченные ячмень и овес без пленок, а также горох. Во II, III, и IV опытных партиях зерновая часть была представлена в виде неизмельченных хлопьев шелушеного овса, ячменя и гороха. В партиях комбикормов для контрольной, I и II опытных групп телят содержание сухого молока составляло 18,0 %, сахара – 4,0 %.

Комбикорм для III опытной группы вырабатывали без сахара и с пониженным содержанием сухого молока, для IV опытной группы – без сахара и сухого молока, но с повышенным содержанием хлопьев гороха и с некоторым измененным содержанием остальных зерновых компонентов и соевого шрота (рис. 5).



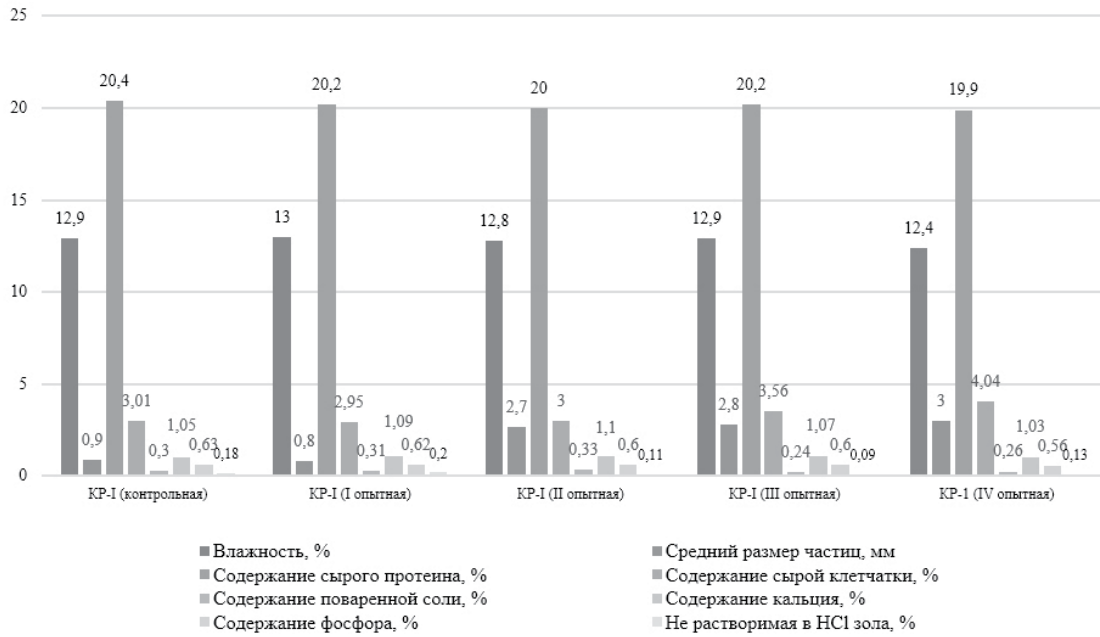


Рис. 5. Качество стартерных комбикормов для телят

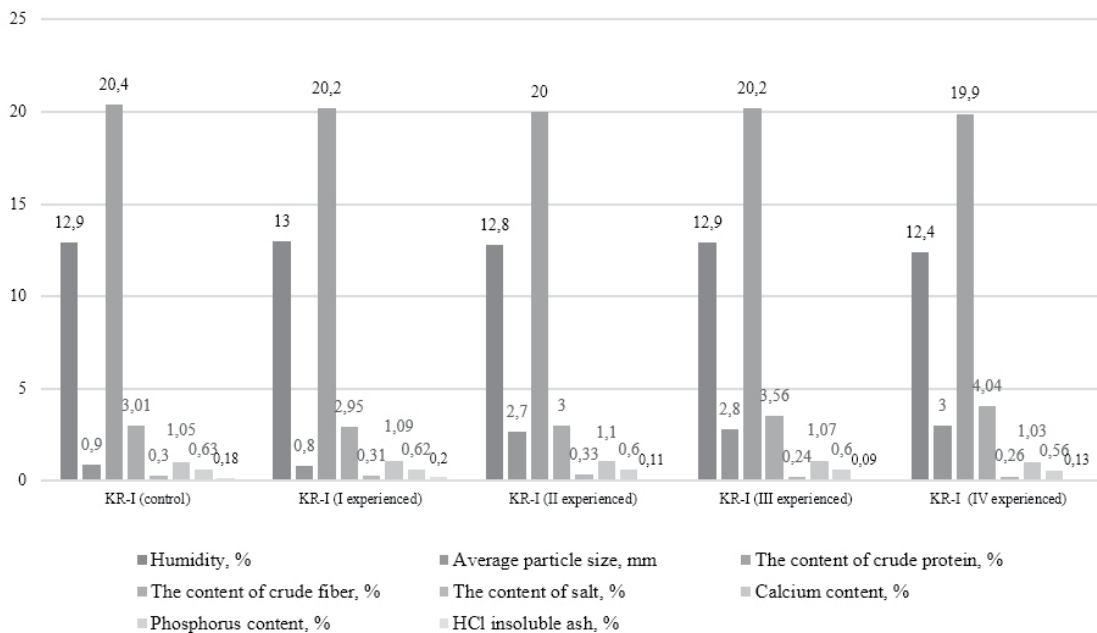


Fig. 5. Quality starter feed for calves

Подопытные телята поедали практически равное количество всех видов кормов рациона (таблица 5). Скармливание неизмельченных хлопьев в составе комбикормов не повлияло на их поедаемость. Не установлено существенных различий по содержанию в рационах питательных веществ.

Анализ данных таблицы 6 показал, что использование в стартерных комбикормах для телят хлопьев овса, ячменя и гороха взамен измельченного зерна позволит повысить прирост живой массы с 745,2 г в контроле до 819,4 г и 810,0 г соответственно в I и II опытных группах телят.

В целом за учетный период не установлено достоверных различий по приросту живой массы между телятами, получавшими измельченные (819,4 г) и неизмельченные (810,0 г) хлопья зерна.

На эффективность использования неизмельченных хлопьев оказывает влияние возраст животных. В более раннем возрасте (42 дня опыта) среднесуточный прирост живой массы выше у телят, получавших измельченные хлопья (на 42,8 г, или 5,4 %), а в последние 20 дней среднесуточный прирост выше у животных, получавших неизмельченные хлопья (930 г, или 6,9 %) выше.

Экспериментальные данные доказывают возможность как частичной, так и полной замены сахара и сухого молока в стартерных комбикормах для телят на неизмельченные хлопья гороха, ячменя и соевый шрот. Суточный прирост живой массы у телят III и IV опытных групп в целом за период опыта составил 814,5 и 859,7 г, что на 9,3–15,4 % выше, чем в контроле.

Динамика живой массы и прирост подопытных телят

Показатели	Группа				
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная	IV опытная
<i>Живая масса, кг</i>					
при постановке на опыт	56	62	53,9	65,6	64,3
через 42 дня опыта	86,3	95,4	85,5	97,2	98,0
при снятии с опыта	102,2	112,8	104,1	116,1	117,6
<i>Валовый прирост 1 гол., кг</i>					
через 42 дня опыта	30,4	33,4	31,6	31,6	33,7
через 20 дней опыта	15,9	17,4	18,6	18,9	19,6
за период опыта	46,2	50,8	50,2	50,5	53,3
<i>Среднесуточный прирост, г</i>					
через 42 дня опыта	721,4	795,2	752,2	752,4	808,4
через 20 дней опыта	795,0	870,0	930,0	945,0	980,0
за период опыта	745,2	819,4	810,0	814,5	859,7

Table 6

Dynamics of body weight and growth of experimental calves

Indicators	Groups				
	control	I experienced	II experienced	III experienced	IV experienced
<i>Liveweight, kg</i>					
at statement on experience	56	62	53,9	65,6	64,3
after 42 days of experience	86,3	95,4	85,5	97,2	98,0
when withdrawing from experience	102,2	112,8	104,1	116,1	117,6
<i>Gross gain 1 goal., kg</i>					
after 42 days of experience	30,4	33,4	31,6	31,6	33,7
after 20 days of experience	15,9	17,4	18,6	18,9	19,6
for the period of experience	46,2	50,8	50,2	50,5	53,3
<i>Averagedaily gain, g</i>					
after 42 days of experience	721,4	795,2	752,2	752,4	808,4
after 20 days of experience	795,0	870,0	930,0	945,0	980,0
for the period of experience	745,2	819,4	810,0	814,5	859,7

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Разработана и адаптирована к работе на биогазе, полученном при переработке отходов животноводческих комплексов, комплексная технология производства стартерных и престаартерных комбикормов, основанная на плющении с более длительным пропариванием корма (12–14 минут) при повышенной температуре (до 95 °С), позволяющим повысить усвояемость корма до 85–88 % и повысить доступность крахмала в результате разрыва крахмальных зерен и их желатинизации, улучшить вкусовые качества, поедаемость корма и его переваримость. Данная технология способствует росту привесов, сокра-

щению сроков откорма и снижению конверсии корма. Ее положительное влияние проявляется в повышении переваримости крахмала, изменении белкового комплекса зерна, инактивации ингибиторов пищеварительного тракта, пастеризации (уровень грибной флоры снижается на 99,5 %, бактериальной – на 99,9 %), образовании ароматических веществ, улучшающих вкусовые качества зерна. Комплексная технология производства стартерных и престаартерных комбикормов на базе зерна позволит обеспечить автономное энергоресурсов для производства комбикормов за счет биотопливных ресурсов и решить экологическую проблему хранения и переработки отходов животноводческих комплексов.

### Библиографический список

1. Meyer A. K. P. [et al.] Bioenergy production from roadside grass: A case study of the feasibility of using roadside grass for biogas production in Denmark // Resources, Conservation and Recycling. 2014. No. 93. Pp. 124–133.
2. Вандышева М. С., Мартынычев А. В., Оболенский Н. В. Способ получения биогаза и удобрения // Карельский научный журнал. 2015. № 1. С. 157–159.
3. Василенко В. Н., Фролова Л. Н., Терехина А. В., Драган И. В., Михайлова Н. А., Матеев Е. З. Переработка сафлорового жмыха с целью получения корма для КРС // Кормопроизводство. 2018. № 3. С. 41–48.
4. Зарипов Ш. С. Биогаз как альтернативный источник энергии для республики Таджикистан // Введение в энергетику: сборник материалов II Всероссийской (с международным участием) молодежной научно-практической конференции. 2016. С. 61.
5. Зебзеев Г. З. Биогаз как возобновляемый энергоресурс агропромышленных технологий // Наука. Технологии. Инновации: сборник научных трудов: в 10 ч. 2017. С. 203–206.
6. Монах С. И., Панченко Л. Ю., Цхведиани А. И. Способы очистки и обогащения газа, полученного в биогазовой установке // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2017. № 5 (127). С. 115–122.
7. Сыроватка В. И. Инновационные технологии производства комбикормов // Вестник ВНИИМЖ. 2014. № 2 (14). С. 35–49.

8. Селезнева Т. В. Повышение продуктивных и воспроизводительных качеств крупного рогатого скота при использовании престартерных и стартерных комбикормов: дис. ... канд. с.-х. наук. Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. 140 с.

9. Селезнева Н. В., Ижболдина С. Н. Использование престартерных и стартерных комбикормов при выращивании молодняка крупного рогатого скота // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2016. № 9. С. 17–24.

10. Остриков А. Н., Афанасьев В. А., Мануйлов В. В. Разработка технологии зерновых хлопьев для комбикормов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79. № 1 (71). С. 15–21.

#### Об авторах:

Валерий Андреевич Афанасьев<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор

Александр Николаевич Остриков<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор

Александр Анатольевич Шевцов<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор

Анастасия Викторовна Терёхина<sup>1</sup>, кандидат технических наук, доцент, [gorbatova.nastia@yandex.ru](mailto:gorbatova.nastia@yandex.ru)

Алексей Ильич Александров<sup>1</sup>, соискатель

<sup>1</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, Россия

## Innovative technology of production of floked grains for starter and prestarter food with the use of purified biogas

V. A. Afanasiev<sup>1</sup>, A. N. Ostrikov<sup>1</sup>, A. A. Shevtsov<sup>1</sup>, A. V. Terekhina<sup>1</sup>✉, A. I. Aleksandrov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

✉ E-mail: [gorbatova.nastia@yandex.ru](mailto:gorbatova.nastia@yandex.ru)

**Abstract.** The degree of gelatinization of barley starch was investigated depending on the size of the gap between the rollers. To this end, barley samples treated with steam at atmospheric pressure for 10 minutes, passed through a flattening machine, changing the size of the gap between the rollers. Studies have been conducted to identify the effect of the degree of gelatinization of starch on its digestibility. The results of the experiments show that with a decrease in the size of the gap between the rollers, the degree of gelatinization increases. It has been established that for steamed barley under the same conditions, it is possible to obtain different degrees of gelatinization of starch depending on the size of the gap between the rollers of the flattening machine, that is, on the thickness of the flakes. It is revealed that it is advisable to moisten the grain with water at a temperature of 40–60 °C for 1–2 minutes to a moisture content of 15–19 %. Duration of peeling should be for wheat, flaked barley and oats, whole grains of barley and oats – 2–4 hours; corn and peas – 4–6 hours. It was established that during the processing of grain with steam for 5 minutes, the degree of protein denaturation is 28 %, 10 minutes – 47.2 %, 60 minutes – 87.7 %. The obtained data were used to develop the technology of floked grains for starter and prestarter feed for young farm animals. An integrated technology for the production of starter and pre-starter feed based on pre-prepared grain with a capacity of 2 t/h, based on flocking of grain, i.e. flattening with a longer steaming of the feed (12–14 minutes) at elevated temperature (up to 95 °C), allowing to increase the digestibility of the feed to 85–88 %. This technology will improve the availability of starch as a result of breaking starch grains and their gelatinization, improve taste, palatability and digestibility of the feed.

**Keywords:** technology, biogas, purification, animal feed, flocking, flattening, steaming, drying, efficiency.

**For citation:** Afanasiev V. A., Ostrikov A. N., Shevtsov A. A., Terekhina A. V., Aleksandrov A. I. Innovatsionnaya tekhnologiya proizvodstva flokirovannykh zeren dlya starternykh i prestarternykh kombikormov s ispol'zovaniyem ochishchennogo biogaza [Innovative technology of production of floked grains for starter and prestarter food with the use of purified biogas] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 8 (187). Pp. 16–27. DOI: 10.32417/article\_5d908b85a90539.28406450. (In Russian.)

#### References

1. Meyer A. K. P. [et al.] Bioenergy production from roadside grass: A case study of the feasibility of using roadside grass for biogas production in Denmark // Resources, Conservation and Recycling. 2014. No. 93. Pp. 124–133.
2. Vandysheva M. S., Martyaniychev A. V., Obolensky N. V. Sposob polucheniya biogaza i udobreniya [Method for biogas and fertilizer production] // Karelskiy nauchnyy zhurnal. 2015. No. 1. Pp. 157–159. (In Russian.)
3. Vasilenko V. N., Frolova L. N., Terekhina A. V., Dragan I. V., Mikhailova N. A., Mateev E. Z. Pererabotka safflorovogo zhykha s tsel'yu polucheniya korma dlya KRS [Processing safflower cake in order to obtain feed for cattle] // Fodder production. 2018. No. 3. Pp. 41–48. (In Russian.)



4. Zaripov S. S. Biogaz kak al'ternativnyy istochnik energii dlya respubliki Tadjikistan [Biogas as an alternative source of energy for the Republic of Tajikistan] / Vvedeniye v energetiku: sbornik materialov II Vserossiyskoy (s mezhdunarodnym uchastiyem) molodezhnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2016. P. 61. (In Russian.)
5. Zebzeev G. Z. Biogaz kak vozobnovlyayemyy energoresurs agropromyshlennykh tekhnologiy [Biogas as a renewable energy source of agro-industrial technologies] / Nauka. Tekhnologii. Innovatsii: sbornik nauchnykh trudov: v 10 ch. 2017. Pp. 203–206. (In Russian.)
6. Monakh S. I., Panchenko L. Yu., Tskhvediani A. I. Sposoby ochistki i obogashcheniya gaza, poluchennogo v biogazovoy ustanovke [Ways of cleaning and enrichment of gas produced in a biogas plant] // Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. 2017. No. 5 (127). Pp. 115–122. (In Russian.)
7. Syrovatka V. I. Innovatsionnyye tekhnologii proizvodstva kombikormov [Innovative technologies for the production of animal feed] // Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva. 2014. No. 2 (14). Pp. 35–49. (In Russian.)
8. Selezneva T. V. Povyseniye produktivnykh i vosproizvoditel'nykh kachestv krupnogo rogatogo skota pri ispol'zovanii prestarternykh i starternykh kombikormov: dissertatsiya ... kandidata sel'skokhozyaystvennykh nauk [Increasing the productive and reproductive qualities of cattle when using prestarter and starter compound feeds: a dissertation ... candidate of agricultural sciences]. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2016. 140 p. (In Russian.)
9. Selezneva N. V., Izhboldina S. N. Ispol'zovaniye prestarternykh i starternykh kombikormov pri vyrashchivanii molodnyaka krupnogo rogatogo skota [The use of prestarter and starter feeds for raising young cattle] // Feeding of agricultural animals and feed production. 2016. No. 9. Pp. 17–24. (In Russian.)
10. Ostrikov A. N., Afanasyev V. A., Manuilov V. V. Razrabotka tekhnologii zernovykh khlop'yev dlya kombikormov [Development of cereal flakes technology for animal feed] // Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2017. T. 79. No. 1 (71). Pp. 15–21. (In Russian.)

**Authors' information:**

Valeriy A. Afanasiev<sup>1</sup>, doctor of technical sciences, professor

Aleksandr N. Ostrikov<sup>1</sup>, doctor of technical sciences, professor

Aleksandr A. Shevtsov<sup>1</sup>, doctor of technical sciences, professor

Anastasiya V. Terekhina<sup>1</sup>, candidate of technical sciences, associate professor, [gorbatova.nastia@yandex.ru](mailto:gorbatova.nastia@yandex.ru)

Aleksey I. Aleksandrov<sup>1</sup>, applicant

<sup>1</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

## Интродукция видов семейства *Poaceae* для декоративного использования на Севере

К. С. Зайнуллина<sup>1</sup>, О. В. Шалаева<sup>1</sup>, Ж. Э. Михович<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Сыктывкар, Россия

✉ E-mail: mihovich@ib.komisc.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты многолетних (2010–2017 гг.) комплексных исследований коллекции видов рода *Poaceae* Varnhart в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр УрО РАН», которая насчитывает 41 вид (53 образца), относящихся к 20 родам. Выделены перспективные декоративные злаковые растения 12 видов 9 родов (*Beckmannia* Host, *Briza* L., *Bromopsis* Fourt., *Dactylis* L., *Deschampsia* Beauv., *Elymus* L., *Festuca* L., *Melica* L., *Phleum* L.), которые могут найти применение в зеленом строительстве в северном регионе. Перспективность вида определялась по таким показателям, которые являются важными при выращивании растений в условиях Севера: зимостойкость; прохождение всех фаз развития за вегетационный период; способность формировать фертильные семена; высокие декоративные качества. Все виды существенно различаются по уровню репродуктивной способности, о чем свидетельствуют данные по реальной семенной продуктивности (РСП) (шт/м<sup>2</sup>) и лабораторной всхожести семян (%). Максимальные показатели этих признаков отмечены для растений *Phleum pratense* и *Briza media*. Высокой всхожестью семян, кроме *Phleum pratense* (100 %), отличаются *Briza media* (80 %), *Melica nutans* (71 %) и *Deschampsia caespitosa* (68 %). Самыми низкими показателями данных признаков характеризуются растения видов рода *Festuca*. Выявлено, что оптимальные сроки при использовании перспективных видов в озеленении – 2 и 3 годы жизни. После чего следует осуществлять их пересев из-за потери или декоративных свойств: изреживания травостоя в процессе перезимовки, нарушения равномерности покрытия занимаемой площади, уменьшения числа генеративных побегов.

**Ключевые слова:** интродукция, злаковые растения, семейство *Poaceae*, декоративное использование, зимостойкость, семенная продуктивность.

**Для цитирования:** Зайнуллина К. С., Шалаева О. В., Михович Ж. Э. Интродукция видов семейства *Poaceae* для декоративного использования на Севере // Аграрный вестник Урала. 2019. № 8 (187). С. 28–33. DOI: 10.32417/article\_5d908b85b8b323.89357448.

**Дата поступления статьи:** 29.04.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Злаки (*Poaceae* Varnhart) – одно из самых больших семейств покрытосеменных растений и в то же время семейство, имеющее наибольшее значение, как в хозяйственной деятельности человека, так и в сложении естественных растительных сообществ [20]. На базе Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр УрО РАН» изучение видов семейства *Poaceae*, прежде всего кормового использования, проводилось с 70-х годов XX столетия [5, 13]. К началу 90-х годов была создана коллекция, представленная видами и образцами кормовых злаков: коостреца безостого (*Bromopsis inermis* (Leys.) Holub), ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.), двукисточника тростникового (*Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert), овсяницы тростниковой (*Festuca arundinaceae* Schreb.), тимофеевки луговой (*Phleum pratense* L.) и некоторых других видов. К 2000 г. коллекционный фонд семейства насчитывал 11 видов (6 родов). С целью привлечения декоративных злаков, а также редких и исчезающих видов с 2006 г. коллекция начала пополняться новыми видами и образцами, привезенными как из экспедиционных выездов, так и выращенных из семян, полученных по делектусам из других ботанических садов России и зарубежных стран. К концу 2017 г. коллекционный фонд семейства *Poaceae* содержал 41 вид (53 образца), относящихся к 20 родам.

Проведение комплексных исследований в сравнительном аспекте позволяет определить адаптированность растений к новым условиям обитания и отобрать наиболее перспективные и продуктивные образцы конкретного вида для специфических условий [18, 22, 23]. Основными показателями адаптированности растений при интродукции считаются: ритм роста и развития; сохранение габитуса; успешность перезимовки; полноценная репродукция; соответствие феноритмов сезонным изменениям климата [7, 18]. Некоторые виды злаковых растений давно с успехом выращиваются садоводами. Часть из них стала основой для селекционных работ ученых [9, 10, 17]. Однако по тем или иным причинам злаковые декоративные растения редко встречаются в культуре, особенно на Севере.

### Методология и методы исследования (Methods)

Целью настоящей работы являлось изучение биологии некоторых видов злаковых растений и выявление перспективных для использования в декоративном садоводстве на Севере.

Исследования проводили с 2010 по 2017 гг. на коллекционном участке злаковых растений Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр УрО РАН», расположенном в 8 км южнее г. Сыктывкара.

Для всех образцов коллекции согласно общепринятым методикам [12; 15] осуществляли наблюдения за сезонным ритмом их развития; определяли зимостойкость; отмечали сроки наступления фенологических фаз; учитывали интенсивность побегообразования, проводили описание морфологических особенностей растений разных лет жизни в фазу цветения; определяли способность продуцировать жизнеспособные семена. Для определения лабораторной всхожести собранных семян, их проращивали весной (апрель) в лабораторных условиях (через 5–6 месяцев хранения) на свету при температуре 18–22 °С в чашках Петри по 100 штук в двукратной повторности на увлажненной фильтровальной бумаге без стимулирующих веществ. Семенную продуктивность (реальную) определяли в фазу созревания семян подсчетом числа семян на м<sup>2</sup> в двукратной повторности. Дополнительно оценивались декоративные качества коллекционных видов – как по данным литературы [4, 16] так и на основе собственных наблюдений.

Данные обрабатывались статистически согласно общепринятой методике [6]. Латинские названия видов приведены по С. К. Черепанову [21]. Климат района, где проводились исследования, континентальный: сравнительно суровая зима и короткое прохладное лето. Самым теплым месяцем является июль при среднемесячной температуре 16,6 °С, самым холодным – январь (–15,1 °С). Период с положительной среднесуточной температурой воздуха длится до 195 дней. По количеству выпадающих осадков территория относится к достаточно увлажненному району. Потребность растений во влаге полностью удовлетворяется, т. к. 75 % годовой суммы осадков выпадает в теплый период. Средняя многолетняя сумма осадков в районе исследований за май – сентябрь равна 300 мм [2].

Коллекционный участок расположен на старопойменных, среднеокультуренных, суглинистых дерново-глебовых почвах. Агрохимические показатели следующие (мг / 100 г почвы): рН солевой – 5,7; азот (по Тюрину и Кононову) – 6,4; калий обменный (по Масловой) – 37,2; фосфор подвижный (по Кирсанову) – 44,8.

В годы исследований наблюдались значительные различия по влагообеспеченности и температурному режиму в периоды вегетации. Следует отметить, что практически все вегетационные периоды в эти годы были довольно теплыми, суммы эффективных температур (> 5 °С) с мая по сентябрь превышали средние многолетние значения на 23,3–450,5 °С. Самыми теплыми были летние периоды в 2010, 2011 и 2016 гг., превышение суммы эффективных температур (от нормы) составило на 396,0, 329,0 и 450,5 °С соответственно. В 2010, 2011 и 2013 гг. отмечался недобор осадков (72–87 % от нормы), в 2014 и 2015 гг. осадки были в пределах нормы, а в летние периоды 2012, 2016 и 2017 гг. осадков выпало больше нормы (162, 142, 135 % соответственно). Таким образом, метеорологические условия в годы проведения исследований были довольно благоприятными для развития злаковых растений и формирования у них полноценных семян. Только в 2017 г. отмечена низкая семенная продуктивность у большей части злаковых растений, поскольку в период завязывания семян сложились очень неблагоприятные условия: пониженный температурный режим и обильные осадки.

## Результаты (Results)

Как отмечалось выше, коллекционный фонд видов семейства *Poaceae* в Ботаническом саду Институт биологии Коми НЦ УрО РАН ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр УрО РАН» в настоящее время насчитывает 41 вид (53 образца), относящихся к 20 родам. Наибольшим числом (12 видов) представлен род *Festuca* L. (овсяница), два рода *Bromopsis* Fourg. (кострец) и *Elymus* L. (пырейник) содержат по четыре вида, а четыре рода *Deschampsia* Beauv. (щучка), *Leymus* Hochst. (колосняк), *Phleum* L. (timoфеевка) и *Poa* L. (мятлик) – по два вида. Остальные 13 родов представлены в коллекции только одним видом: *Agrostis* L. (полевица), *Alopecurus* L. (лисохвост), *Beckmannia* Host (бекманья), *Briza* L. (трясунка), *Calamagrostis* Adans. (вейник), *Dactylis* L. (ежа), *Miscanthus* Anderss. (веерник), *Hordeum* L. (ячмень), *Lolium* L. (плевел), *Melica* L. (перловник), *Phalaroides* N. M. Wolf. (двуклесточник), *Stipa* L. (ковыль), *Molinia* Schrank (молиния). Необходимо отметить, что 15 видов коллекционного фонда имеют инорайонное происхождение и на территории Республики Коми в природе не встречаются [19]. Все они хорошо адаптировались к условиям среднетаежной подзоны Республики Коми, кроме *Miscanthus sacchariflorus* (maxim.) Benth (веерник сахароцветный) и *Molinia coerulea* (L.) Moench (молиния голубая). Эти два вида характеризуются длительным вегетационным периодом и в наших условиях не успевают сформировать полноценные семена. По данным литературы [10] даже в условиях Средней России растения *Miscanthus sacchariflorus* размножаются в основном вегетативно, так как образующиеся семена являются незрелыми.

Все виды злаковых растений, произрастающих на территории Ботанического сада, были разделены нами на три группы по скорости развития в течение вегетационного периода: растения раннего (Р), среднего (С) и позднего (Н) развития. Отнесение видов к той или иной группе определялось датами начала вегетации, вступления в фазы колошения, цветения и плодоношения, сроками созревания фертильных семян. В группу злаков раннего развития были отнесены виды, у которых продолжительность периода (число дней) от начала вегетации до полного созревания семян составляет в среднем 60–75 дней, у злаков второй группы (С) этот период варьирует от 75 до 92 дней, а для третьей группы (Н) продолжается более 95 дней. В англоязычной литературе выделяют две группы по росту и развитию злаковых растений – холодно-сезонные (холодорастущие) и тепло-сезонные (теплорастущие) [4]. Согласно этой классификации, большая часть злаковых растений коллекции относится к группе холодорастущих видов. Пик роста этих растений приходится на интервал температур от 15 до 24 °С, сопровождающийся повышенной влажностью и достаточно длинным световым днем. Представители этой группы – виды родов *Calamagrostis* (вейник), *Dactylis* (ежа), *Festuca* (овсяница), *Melica* (перловник), *Briza* (трясунка), *Deschampsia* (щучка), *Phleum* (timoфеевка) и др. К теплорастущим травам можно отнести *Miscanthus* (мискантус), *Molinia* (молиния) и некоторые другие, пик роста которых отмечен при t = 26–35 °С. У этих трав в нашем климате два периода роста: весна и осень. Есть исключение – это пырейники (*Elymus*), кото-



Таблица  
Морфобиологическая характеристика перспективных декоративных злаковых растений

Виды	Дата массового проявления фенологической фазы				Период до полного созревания семян (дни)	РСП, шт/м <sup>2</sup> Лабораторная всхожесть семян (%)	Группа по скорости развития
	Отрастание	Колошение	Цветение	Плодоношение			
<i>Beckmannia eruciformis</i>	18.05 ± 6	4.07 ± 5	18.07 ± 5	7.08 ± 5	98 ± 5	$\frac{1870 \pm 52}{46}$	N
<i>Briza media</i>	5.06 ± 5	11.07 ± 4	18.07 ± 5	7.08 ± 4	73 ± 2	$\frac{2540 \pm 48}{80}$	P
<i>Bromopsis tytholepis</i>	29.05 ± 4	26.06 ± 4	18.07 ± 4	10.08 ± 6	80 ± 5	$\frac{930 \pm 41}{22}$	C
<i>Dactylis glomerata</i>	29.05 ± 6	11.07 ± 4	24.07 ± 5	16.08 ± 7	88 ± 4	$\frac{1940 \pm 30}{37}$	C
<i>Deschampsia caespitosa</i>	29.05 ± 5	11.07 ± 4	24.07 ± 6	2.08 ± 5	71 ± 3	$\frac{2110 \pm 45}{68}$	P
<i>Elymus sibiricus</i>	29.05 ± 6	11.07 ± 5	18.07 ± 4	7.08 ± 5	80 ± 5	$\frac{1560 \pm 38}{18}$	C
<i>Festuca ovina</i>	18.05 ± 5	26.06 ± 5	11.07 ± 4	7.08 ± 4	84 ± 4	$\frac{820 \pm 25}{16}$	C
<i>Festuca pratensis</i>	29.05 ± 6	4.07 ± 3	14.07 ± 3	4.08 ± 5	71 ± 6	$\frac{1870 \pm 81}{31}$	P
<i>Festuca pseudodalmatica</i>	17.05 ± 3	19.06 ± 4	14.07 ± 5	2.08 ± 3	87 ± 4	$\frac{730 \pm 32}{19}$	C
<i>Festuca rubra</i>	5.06 ± 5	11.07 ± 4	18.07 ± 5	7.08 ± 4	73 ± 4	$\frac{790 \pm 26}{22}$	P
<i>Melica nutans</i>	29.05 ± 3	24.06 ± 4	27.06 ± 5	18.07 ± 8	61 ± 6	$\frac{1830 \pm 37}{71}$	P
<i>Phleum pratense</i>	29.05 ± 6	11.07 ± 4	18.07 ± 7	16.08 ± 3	96 ± 4	$\frac{3600 \pm 92}{100}$	N

Table  
Morphobiological characteristics of promising ornamental cereal plants

Species	Mass manifestation date of the phenological phase				Period to full seeds' maturity (days)	RSP, pcs/m <sup>2</sup> Laboratory seeds' germination (%)	Group speed on development
	Egrowth	Earing	Flowering	Fruiting			
<i>Beckmannia eruciformis</i>	18.05 ± 6	4.07 ± 5	18.07 ± 5	7.08 ± 5	98 ± 5	$\frac{1870 \pm 52}{46}$	N
<i>Briza media</i>	5.06 ± 5	11.07 ± 4	18.07 ± 5	7.08 ± 4	73 ± 2	$\frac{2540 \pm 48}{80}$	P
<i>Bromopsis tytholepis</i>	29.05 ± 4	26.06 ± 4	18.07 ± 4	10.08 ± 6	80 ± 5	$\frac{930 \pm 41}{22}$	C
<i>Dactylis glomerata</i>	29.05 ± 6	11.07 ± 4	24.07 ± 5	16.08 ± 7	88 ± 4	$\frac{1940 \pm 30}{37}$	C
<i>Deschampsia caespitosa</i>	29.05 ± 5	11.07 ± 4	24.07 ± 6	2.08 ± 5	71 ± 3	$\frac{2110 \pm 45}{68}$	P
<i>Elymus sibiricus</i>	29.05 ± 6	11.07 ± 5	18.07 ± 4	7.08 ± 5	80 ± 5	$\frac{1560 \pm 38}{18}$	C
<i>Festuca ovina</i>	18.05 ± 5	26.06 ± 5	11.07 ± 4	7.08 ± 4	84 ± 4	$\frac{820 \pm 25}{16}$	C
<i>Festuca pratensis</i>	29.05 ± 6	4.07 ± 3	14.07 ± 3	4.08 ± 5	71 ± 6	$\frac{1870 \pm 81}{31}$	P
<i>Festuca pseudodalmatica</i>	17.05 ± 3	19.06 ± 4	14.07 ± 5	2.08 ± 3	87 ± 4	$\frac{730 \pm 32}{19}$	C
<i>Festuca rubra</i>	5.06 ± 5	11.07 ± 4	18.07 ± 5	7.08 ± 4	73 ± 4	$\frac{790 \pm 26}{22}$	P
<i>Melica nutans</i>	29.05 ± 3	24.06 ± 4	27.06 ± 5	18.07 ± 8	61 ± 6	$\frac{1830 \pm 37}{71}$	P
<i>Phleum pratense</i>	29.05 ± 6	11.07 ± 4	18.07 ± 7	16.08 ± 3	96 ± 4	$\frac{3600 \pm 92}{100}$	N

рые отрастают довольно рано, не имеют летнего периода покоя и осенью продолжают свой рост.

В результате многолетних исследований по комплексу хозяйственно ценных признаков были выделены перспективные злаковые растения (12 видов), которые могут быть использованы как декоративные виды в зеленом строительстве в северном регионе (таблица). Перспективность вида определялась по таким показателям, которые являются важными при выращивании растений в условиях Севера: зимостойкость; прохождение всех фаз развития за вегетационный период; способность формировать полноценные семена; высокие декоративные качества.

Как показывают данные, представленные в таблице, среди перспективных видов встречаются представители всех трех групп злаковых растений, выделенных нами по скорости развития. Так, к первой группе растений раннего развития относятся пять видов: *Festuca rubra*, *F. pratensis*, *Briza media*, *Deschampsia caespitosa*, *Melica nutans*. Злаки, относящиеся ко второй группе, – *F. ovina*, *F. pseudodalmatica*, *Elymus sibiricum*, *Dactylis glomerata*, *Bromopsis tytholepis*, *Beckmannia eruciformis* и *Phleum pratense* входят в группу злаков позднего развития. Важно подчеркнуть, что сезонный ритм развития злаковых растений всех трех групп в новых условиях произрастания соответствует природно-климатическим условиям подзоны средней тайги Республики Коми. Все растения перспективных видов характеризуются высокой зимостойкостью (80–100 %). Только два перспективных вида – *Elymus sibiricus* и *Bromopsis tytholepis* – не встречаются на территории Республики Коми, а еще один вид – *Festuca pseudodalmatica* – включен в Красную книгу Республики Коми [14].

Необходимо отметить, что большая часть перспективных видов размножается семенным путем, частично смешанным (семенным и вегетативным), но все виды существенно различаются по уровню репродуктивной способности, о чем свидетельствуют данные по реальной семенной продуктивности (РСП) (шт./м<sup>2</sup>) и лабораторной всхожести семян (%) (таблица). Максимальные показате-

ли этих признаков отмечены для растений *Phleum pratense* и *Briza media*. Высокой всхожестью семян, кроме *Phleum pratense* (100 %), отличаются *Briza media* (80 %), *Melica nutans* (71 %), *Deschampsia caespitosa* (68 %). Самыми низкими показателями данных признаков характеризуются растения видов рода *Festuca*, что согласуется с результатами, полученными другими исследователями [1, 3, 11].

При учете декоративных качеств в первую очередь отмечали следующие показатели: равномерность покрытия занимаемой площади растениями после перезимовки; изменчивость числа генеративных побегов с возрастом растений, оптимальные сроки использования растений без потери ими декоративных свойств.

В результате исследований установлено, что при использовании перспективных видов в озеленении необходимо осуществлять их пересев через 3–4 года после посева вследствие потери ими декоративных свойств.

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Проведены многолетние комплексные исследования коллекции видов рода *Poaceae* в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН, которая насчитывает 41 вид (53 образца), относящихся к 20 родам. Выделены перспективные декоративные злаковые растения 12 видов 9 родов (*Beckmannia*, *Briza*, *Bromopsis*, *Dactylis*, *Deschampsia*, *Elymus*, *Festuca*, *Melica*, *Phleum*) характеризующиеся высокой зимостойкостью, соответствием феноритмов сезонным изменениям климата, полноценной репродукцией и способные найти применение в зеленом строительстве в северном регионе.

### Благодарности (Acknowledgements)

Работа проводилась на базе УНУ «Научная коллекция живых растений» Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр УрО РАН» (№ 507428). Исследования выполнены в рамках государственного задания по теме «Закономерности процессов репродукции ресурсных растений в культуре на европейском Северо-Востоке» № АААА-А17-117122090004-9.

### Библиографический список

1. Анищенко А. И., Жигунов О. Ю., Кучерова С. В. Некоторые декоративные злаки из рода *Festuca* L. в культуре Республики Башкортостан // Аграрная Россия. 2017. № 10. С. 13–16.
2. Атлас по климату и гидрологии Республики Коми. М., 1997. 116 с.
3. Егорова В. И. Закономерности формирования репродуктивной способности растений и ее реализации в фитоценозах (на примере злаков пойменных лугов) // Проблемы репродуктивной биологии семенных растений: труды Ботанического института им. В. Л. Комарова. 1993. Вып. 8. С. 46–63.
4. Желтовская Т. Т. Декоративные травы в дизайне сада. М.: Кладезь-Букс, 2008. 127 с.
5. Зайнуллина К. С. Итоги изучения внутривидового многообразия *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holib в условиях культуры на Европейском Севере России // Бюллетень ГБС. 2004. Вып. 188. С. 43–48.
6. Зайцев Г. Н. Математический анализ биологических данных. М.: Наука, 1991. 184 с.
7. Зуева Г. А. Семенная продуктивность и качество семян декоративных злаков // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 7-2 (61). С. 17–21.
8. Зуева Г. А., Князева А. Б. Изучение роста и развития декоративных злаков для введения в культуру // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2014. № 10 (97). С. 98–101.
9. Кабанов А. В. Декоративные злаки для средней полосы России // Цветоводство. 2014. № 6. С. 46–48.
10. Кабанов А. В. Ассортимент декоративных злаков для городского озеленения // Современные тенденции развития науки и технологии. 2016. № 1-4. С. 41–43.
11. Кайбелева Э. И., Юдакова О. И. Соотношение количества пыльцы и семязачатков у дикорастущих злаков с разным способом репродукции // Бюллетень Ботанического сада Саратовского гос. ун-та. 2015. Вып. 13. С. 148–154.

12. Коровин С. Е., Кузьмин З. Е., Трулевич Н. В., Швецов А. Н. Переселение растений: методические подходы к проведению работ. М.: ГБС РАН, 2001. 75 с.
13. Коюшев И. А., Гавринцева Н. Е. Кормопроизводство в Коми АССР. Сыктывкар, 1980. 216 с.
14. Красная книга Республики Коми. Сыктывкар, 2009. 792 с.
15. Методические указания по семеноведению интродуцентов. М., 1980. 62 с.
16. Стефанович Г. С., Валдайских В. В. Некоторые аспекты интродукции видов рода *Stipa* L. в условиях Среднего Урала // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. № 12 (212). С. 30–33.
17. Стефанович Г. С., Карпунин М. Ю. Итоги селекции декоративных злаков в Ботаническом саду Уральского Федерального университета // Аграрный вестник Урала. 2014. № 6 (124). С. 73–77.
18. Сыева С. Я., Мандаева С. А. Влияние экологических условий Горного Алтая на морфо-биологические показатели *Astragalus onobrychis* L. при интродукции // Известия ТСХА, 2014. Вып. 5. С. 50–59.
19. Флора Северо-Востока европейской части СССР / Под ред. А. И. Толмачева. 1974. Т. 1. 268 с.
20. Цвелев Н. Н. Система злаков (*Poaceae*) флоры СССР // Ботанический журнал. 1968. Т. 53. № 3. С. 301–312.
21. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб., 1995. 990 с.
22. Heretord J. Does selting or outcrossing promote local adaptation? // American Journal of Botany. 2010. 97 (2). Pp. 298–302.
23. Tomlinson P. V., Mogellon T. M., Griffith M. P. Root Con traction in *Cycas* and *Zamia* Determined by Gelatinous Fibber // American Journal of Botany. 2014. Vol. 101. Pp. 1275–1285.

#### Об авторах:

Клавдия Степановна Зайнуллина<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, доцент

Ольга Владимировна Шалаева<sup>1</sup>, кандидат биологических наук

Жанна Эдуардовна Михович<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, научный сотрудник, [mihovich@ib.komisc.ru](mailto:mihovich@ib.komisc.ru)

<sup>1</sup> Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Сыктывкар, Россия

## Introduction of *Poaceae* species for decorative use in the north

K. S. Zainullina<sup>1</sup>, O. V. Shalaeva<sup>1</sup>, Zh. E. Mikhovich<sup>1</sup> 

Institute of Biology, Komi Scientific Center, Ural branch of Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

 E-mail: [mihovich@ib.komisc.ru](mailto:mihovich@ib.komisc.ru)

**Abstract.** The article presents the results of perennial (2010–2017) complex studies of the genus *Poaceae* Barnhart species collection in the Botanical Garden of the Institute of Biology, Komi Scientific Center, Ural branch of RAS, which are included 41 species (53 samples) belonging to 20 maternity. Perspective ornamental cereals of 12 species of 9 genera were bred (*Beckmannia* Host, *Briza* L., *Bromopsis* Fourr., *Dactylis* L., *Deschampsia* Beauv., *Elymus* L., *Festuca* L., *Melica* L., *Phleum* L.). They can be used in green building in the northern region. The species' prospects were determined by indicators, which are important during a growing plants in the North: winter hardiness; the passage of all development phases during the growing season; the ability to form fertile seeds; high decorative qualities. All species differ significantly in terms of their reproductive ability, as evidenced by data on real seed productivity (RSP) (pcs/m<sup>2</sup>) and laboratory seed germination (%). The maximum indicators of these signs are noted for the *Phleum pratense* and *Briza media* plants. *Briza media* (80 %), *Melica nutans* (71 %) and *Deschampsia caespitosa* (68 %) are notable for their high seed germination, except *Phleum pratense* (100 %). Plants of species of the genus *Festuca* are characterized by the lowest indices of these characters. It was found that the optimal time when using promising species in landscaping is the 2 and 3 years of life. After that, they should be reseeded due to loss or decorative properties: thinning the grass stand during the wintering process, disturbing the uniformity of the coverage of the occupied area, reducing the number of generative shoots.

**Keywords:** introduction, grass plants, Poaceae family, ornamental use, winter hardiness, seed productivity.

**For citation:** Zainullina K. S., Shalaeva O. V., Mikhovich Zh. E. Introduktsiya vidov semeystva Poaceae dlya dekorativnogo ispol'zovaniya na severe [Introduction of Poaceae species for decorative use in the North] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 8 (187). Pp. 28–33. DOI: 10.32417/article\_5d908b85b8b323.89357448. (In Russian.)

#### References

1. Anischenko A. I., Zhigunov O. Yu., Kucherova S. V. Nekotorye dekorativnye zlaki iz roda *Festuca* L. v kul'ture Respubliki Bashkortostan [Some decorative cereals of the genus *Festuca* L. in the culture of the Republic of Bashkortostan] // Agrarian Russia. 2017. No. 10. Pp. 13–16. (In Russian.)
2. Atlas po klimatu i gidrologii Respubliki Komi [Atlas on climate and hydrology of the Komi Republic]. Moscow, 1997. 116 p. (In Russian.)

3. Egorov V. I. Zakonomernosti formirovaniya reproduktivnoj sposobnosti rastenij i ee realizatsii v fitotsenozakh (na primere zlakov pojmenykh lugov) [Patterns of formation of reproductive capacity of plants and its implementation in phytocenoses (on the example of grasslands of floodplain meadows)] // Problemy reproduktivnoj biologii semennykh rastenij: trudy Botanicheskogo instituta im. V. L. Komarova. 1993. Issue 8. Pp. 46–63. (In Russian.)
4. Zheltovskaya T. T. Dekorativnye travy v dizajne sada [Ornamental grass in the design of the garden]. Moscow: Kladez-Buks, 2008. 127 p. (In Russian.)
5. Zainullina K. S. Itogi izucheniya vnutrividovogo mnogoobraziya *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holib v usloviyakh kul'tury na Evropejskom Severe Rossii [Results of the study of the intraspecific diversity of *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holib in terms of culture in the European North of Russia] // Byulleten' GBS. 2004. Vol. 188. Pp. 43–48. (In Russian.)
6. Zaitsev G. N. Matematicheskij analiz biologicheskikh dannykh [Mathematical analysis of biological data]. M.: Nauka, 1991. 184 p. (In Russian.)
7. Zueva G. A. Semennaya produktivnost' i kachestvo semyan dekorativnykh zlakov [Seed productivity and quality of seeds of ornamental cereals] // International Research Journal. 2017. No. 7-2 (61). Pp. 17–21. (In Russian.)
8. Zueva G. A., Knyazeva A. B. Izuchenie rosta i razvitiya dekorativnykh zlakov dlya vvedeniya v kul'turu [Study of the growth and development of decorative cereals for introduction into culture] // Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University, 2014. No. 10 (97). Pp. 98–101. (In Russian.)
9. Kabanov A. V. Dekorativnye zlaki dlya srednej polosy Rossii [Decorative cereals for central Russia] // Gardener. 2014. No. 6. Pp. 46–48. (In Russian.)
10. Kabanov A. V. Assortiment dekorativnykh zlakov dlya gorodskogo ozeleneniya [The range of decorative cereals for urban gardening] // Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii. No. 1-4. 2016. Pp. 41–43. (In Russian.)
11. Kaibeleva E. I., Yudakova O. I. Sootnoshenie kolichestva pyl'tsy i semyazachatkov u dikorastushchikh zlakov s raznym sposobom reproduksii [The ratio of the amount of pollen and ovules in wild-growing cereals with a different reproduction method] // Bulletin of the Botanical Garden of Saratov State University. 2015. Vol. 13. Pp. 148–154. (In Russian.)
12. Korovin S. E., Kuzmin Z. E., Trulevich N. V., Shvetsov A. N. Pereselenie rastenij: metodicheskie podkhody k provedeniyu rabot [Plant relocation: methodical approaches to work]. Moscow: GBS RAS, 2001. 75 p. (In Russian.)
13. Koyushev I. A., Gavrintseva N. E. Kormoproizvodstvo v Komi ASSR [Feed production in the Komi ASSR]. Syktyvkar, 1980. 216 p. (In Russian.)
14. Krasnaya kniga Respubliki Komi [The Red Book of the Republic of Komi]. Syktyvkar, 2009. 792 p. (In Russian.)
15. Metodicheskie ukazaniya po semenovedeniyu introdutsentov [Guidelines for seed breeding introductions]. Moscow, 1980. 62 p. (In Russian.)
16. Stefanovich G. S., Valdaiskikh V. V. Nekotorye aspekty introduksii vidov roda *Stipa* L. v usloviyakh Srednego Urala [Some aspects of the introduction of species of the genus *Stipa* L. in the conditions of the Middle Urals] // Bulletin of the Orenburg State University. 2017. No. 12 (212). Pp. 30–33. (In Russian.)
17. Stefanovich G. S., Karpukhin M. Yu. Itogi selektsii dekorativnykh zlakov v Botanicheskom sadu Ural'skogo Federal'nogo universiteta [Results of the selection of decorative cereals in the Botanical Garden of the Ural Federal University] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2014. No. 6 (124). Pp. 73–77. (In Russian.)
18. Syeva S. Ya., Mandayeva S. A. Vliyanie ehkologicheskikh uslovij Gornogo Altaya na morfo-biologicheskie pokazateli *Astragalus onobrychis* L. pri introduksii [The impact of the environmental conditions of Gorny Altai on the morpho-biological indicators of *Astragalus onobrychis* L. during the introduction] // News of the TAA. 2014. V. 5. Pp. 50–59. (In Russian.)
19. Flora Severo-Vostoka evropejskoj chasti SSSR [Flora of the Northeast European part of the USSR] / Under the editorship of A. I. Tolmacheva. 1974. V. 1. P. 268. (In Russian.)
20. Tsvelev N. N. Sistema zlakov (*Poaceae*) flory SSSR [The system of cereals (*Poaceae*) of the flora of the USSR] // Botanicheskii Zhurnal, 1968. T. 53. No. 3. Pp. 301–312. (In Russian.)
21. Cherepanov S. K. Sosudistye rasteniya Rossii i sopedel'nykh gosudarstv [Vascular plants of Russia and adjacent states]. Saint Petersburg, 1995. 990 p. (In Russian.)
22. Heretord J. Does selting or outcrossing promote local adaptation? // American Journal of Botany. 2010. 97 (2). Pp. 298–302.
23. Tomlinson P. B., Mogellon T. M., Griffith M. P. Root Con traction in *Cycas* and *Zamia* Determined by Gelatinous Fibber // American Journal of Botany. 2014. Vol. 101. Pp. 1275–1285.

#### Authors' information:

Klavdiya S. Zainullina<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, senior researcher, associate professor

Ol'ga V. Shalaeva<sup>1</sup>, candidate of biological sciences

Zhanna E. Mikhovich<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, researcher, [mihovich@ib.komisc.ru](mailto:mihovich@ib.komisc.ru)


<sup>1</sup> Institute of Biology, Komi Scientific Center, Ural branch of Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia



## Давление (прессинг) генетического потенциала продуктивности материнских предков быков-производителей на молочную продуктивность дочерей

В. Ф. Гридин<sup>1</sup>, С. Л. Гридина<sup>1</sup>, К. В. Новицкая<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Уральский НИИСХ – филиал Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

 E-mail: gvf-pto@mail.ru

**Аннотация.** Селекционная работа с крупным рогатым скотом в значительной мере зависит от использования ценных быков-производителей, имеющих высокую продуктивность женских предков. Поголовье крупного рогатого скота в Российской Федерации составляет 8136 тысяч голов, в том числе 3282 тысячи коров с молочной продуктивностью – 6094 кг. В Свердловской области поголовье коров в общественном секторе составляет 80,5 тысяч голов с удоем 7484 кг молока. Для осеменения этого поголовья коров используется ценное семя быков-производителей, отбор которых для селекционной работы проводится с учетом генетического потенциала предков, тестированных по гену BOLA DRB3 и не имеющих аномалии. Последние годы рассчитывается геномный индекс пожизненной прибыли LPI. Установлено, что за 10 лет продуктивность матерей быков возросла на 1833 кг молока, при снижении жирномолочности. В области функционирует 46 племенных организаций: 12 заводов и 34 репродуктора. Продуктивность коров в этих организациях составляет в среднем 8345 кг молока, а по всем хозяйствам области – 7484 кг молока. Продуктивность дочерей быков, используемых для осеменения, за 10 лет увеличилась на 2336 кг молока, что связано с использованием высокопродуктивных быков. Высокая продуктивность крупного рогатого скота в области обеспечивается также за счет проведения массового раздоя коров. В племенных организациях области от отдельных животных получена рекордная продуктивность на уровне мировых стандартов. Так, от коровы Снегурка № 5242, которая принадлежит агрофирме «Патруши» получен надой в 17 120 кг молока с выходом питательных веществ (жир + белок) 1223 кг. Абсолютной рекордсменкой является корова Матиола № 24064, от которой за 7 лактаций получено более 100 тонн молока.

**Ключевые слова:** бык-производитель, продуктивность, женские предки, корова, молоко, жир, белок.

**Для цитирования:** Гридин В. Ф., Гридина С. Л., Новицкая К. В. Давление (прессинг) генетического потенциала продуктивности материнских предков быков-производителей на молочную продуктивность дочерей // Аграрный вестник Урала. 2019. № 8 (187). С. 34–38. DOI: 10.32417/article\_5d908b85ca8d41.94776982.

**Дата поступления статьи:** 23.05.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Для решения проблемы обоснованного обеспечения населения страны продуктами животноводства необходимо решить вопрос повышения продуктивности сельскохозяйственных животных путем улучшения условий кормления, содержания и использования современной доильной аппаратуры. В то же время значительная роль в осуществлении этой задачи принадлежит селекционным вопросам.

Селекционный процесс, проводимый с крупным рогатым скотом, указывает на то, что в повышении молочной продуктивности коров существенную роль играют быки-производители [1, 2].

Темпы селекционного улучшения молочного скота при чистопородном разведении могут достигать 1,5–2,0 % (40–45 кг), а внедрение в практику крупномасштабных программ селекции способствует ежегодному росту удоя более 100 кг молока от одной коровы [3].

По данным Росстата, в 2018 году в Российской Федерации поголовье крупного рогатого скота составило 8136,5 тысяч голов, в том числе 3281,7 тысяч коров при продуктивности 6094 кг молока.

Свердловская область является одной из ведущих по валовому производству и надоем молока. Молочное животноводство в регионе развивается, прежде всего, путем ускоренного повышения генетического потенциала скота на основе использования возможностей специализированной голштинской породы [4, 5]. В области содержится 188,2 тысяч голов крупного рогатого скота, в том числе 80,5 тысяч коров,

Повышение генетического потенциала любого стада в значительной степени зависит от степени наследования потомством высоких продуктивных качеств родителей и ветеринарно-профилактических мероприятий проводимых в Свердловской области [4]. Поэтому при массовой селекции и отборе лучших животных в родительском поколении на основании их фенотипа необходимо прогнозировать возможный генетический сдвиг в поколении получаемого от потомства по основным селекционируемым признакам [6–9].

Племенная база животных является основой эффективного ведения отрасли и решающим фактором активного влияния на продуктивный потенциал молочного животноводства [6, 11].

## Генетический потенциал женских предков быков-производителей

Порода	Всего быков, голов	Продуктивность					
		матери			матери отца		
		Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %*	Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %*
2009 год							
Всего	55	11357	4,28	–	13567	4,13	–
Черно-пестрая	29	10649	4,18	–	13710	4,12	–
Голштинская	24	12251	4,41	–	13640	4,16	–
2018 год							
Всего	70	13190	4,07	3,33	13922	3,95	3,28
Черно-пестрая	11	11430	4,01	3,18	12875	4,19	3,36
Голштинская	58**	13283	4,07	3,34	14170	3,90	3,27

\* Массовая доля белка в молоке в 2009 году не определялась.

\*\* В анализе не учтен один бык-производитель голштинской красно-пестрой породы.

Table 1

## The genetic potential of the female ancestors of the bulls

Breed	Total bulls, heads	Productivity					
		mothers			father's mother		
		Productivity, kg	FMF, %	MFP, %	Productivity, kg	FMF, %	MFP, %
2009 year							
Total	55	11357	4,28	–	13567	4,13	–
Black and white	29	10649	4,18	–	13710	4,12	–
Golshinsky	24	12251	4,41	–	13640	4,16	–
2018 year							
Total	70	13190	4,07	3,33	13922	3,95	3,28
Black and white	11	11430	4,01	3,18	12875	4,19	3,36
Golshinsky	58**	13283	4,07	3,34	14170	3,90	3,27

\* Mass fraction of protein in milk was not determined in 2009.

\*\* The analysis did not include one sire of Holstein red-and-white breed.

**Цель исследований** – провести анализ влияния генетического потенциала материнских предков быков-производителей на молочную продуктивность последующих поколений.

**Методология и методы исследования (Methods)**

Работа выполнена в ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр» Уральского отделения Российской академии наук в рамках государственного задания по теме «Разработка селекционно-генетических и теоретических основ сохранения и эффективного использования генофонда крупного рогатого скота в Уральском регионе с применением современных биотехнологий». Для проведения анализа использованы материалы для подготовки проведения координационного совета по совершенствованию крупного рогатого скота черно-пестрой породы Урала [4, 11].

**Результаты (Results)**

На увеличение молочной продуктивности крупного рогатого скота существенное влияние оказывает использование для искусственного осеменения спермы проверенных быков-производителей. Анализ селекционно-племенной работы, проведенный по семи субъектам Уральского региона (Свердловская, Тюменская, Челябинская, Курганская области, Пермский край, Республика Башкортостан и Удмуртская Республика), свидетельствует, что в настоящее время в организациях по искусственному осеменению используется 227 быков-производителей [4]. При этом в организации по искусственному осеменению сельскохозяйственных животных Свердловской области содержится наибольшее количество быков (таблица 1).

За последние 10 лет количество животных увеличилось на 15 голов, при этом значительно уменьшилось поголовье быков черно-пестрой породы (с 29 до 11 голов), но возросло до 58 голов животных голштинской породы. Вместе с тем генетический потенциал женских предков быков-производителей показывает значительное увеличение надоев как матерей быков, так и матерей отца быка. Если в 2009 году молочная продуктивность матерей быков черно-пестрой породы была на уровне 10 649 кг, то в 2018 году – 11 430 кг, увеличение составило 781 кг. Еще большая прибавка надоев отмечается у матерей быков голштинской породы – 1032 кг молока. Однако следует отметить, что массовая доля жира в молоке с увеличением продуктивности имеет четкую тенденцию снижения. Так, у матерей быков черно-пестрой породы жирномолочность уменьшилась с 4,18 % до 4,01 %, а у животных голштинской породы – с 4,41 % до 4,07 %.

В соответствии с техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 033/2013 в бонитировочных ведомостях с 2013 года наряду с надоем и массовой долей жира в молоке учитывается и содержание белка. В связи с этим в таблице 1 отражена белкомолочность женских предков быков-производителей. Как показывает анализ массовая доля белка в молоке, как матерей быка, так и матерей отцов быка находится на достаточно высоком уровне, от 3,18 % до 3,36 %.

Использование в селекционной работе ценных быков-производителей оказало существенное влияние на молочную продуктивность крупного рогатого скота в Свердловской области, как в целом по стаду, так и в отдельности по племенным заводам и племенным репродукторам (таблица 2).

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что количество племенных организаций в области за 10 лет увеличилось на 12 стад, в основном за счет племенных репродукторов. Соответственно этому произошло и увеличение количества коров в данной категории организаций. Особо следует отметить, что на фоне увеличения поголовья коров происходит значительный рост молочной продуктивности. Если в 2009 году в целом по всем племенным организациям надой составлял 6009 кг молока, то через 10 лет он повысился до 8833 кг, или на 38,9 %. Существенный прирост надоев молока происходит в племенных репродукторах – 46,9 %. Рост молочной продуктивности в племенных организациях повлек за собой повышение удоев

и в целом по области. По данным Росстата, за 10 лет удои коров увеличились с 4686 кг до 7484 кг молока [4, 11].

Высокая продуктивность крупного рогатого скота, по племенным организациям и в целом по области способствует наличию высокопродуктивных коров-рекордисток. В таблице 3 приведен список самых высокопродуктивных коров за 10 лет.

В соответствии с новыми рыночными отношениями для характеристики высокопродуктивных коров используется не только надой, но и выход питательных веществ с молоком. Анализ таблицы 3 показывает, что в популяции крупного рогатого скота Свердловской области имеются животные, которые за лактацию выделяют с моло-

Таблица 2

**Продуктивность коров в сельскохозяйственных организациях Свердловской области**

Племенная организация	Количество организаций	Коров, тыс. гол.	Удой, кг
2009 год			
Завод	10	10,5	7121
Репродуктор	24	18,2	5353
Всего по племенным организациям	34	28,7	6009
По Свердловской области	–	118,7	4686
2018 год			
Завод	12	17,7	9205
Репродуктор	34	26,0	7739
Всего по племенным организациям	46	43,7	8833
По Свердловской области	–	80,5	7484

Table 2

**Productivity of cows in agriculture organizations of Sverdlovsk region**

Tribal organization	Number organizations	Cows, thousand	Milk yield, kg
2009 year			
Factory	10	10,5	7121
Reproducer	24	18,2	5353
Total for tribal organizations	34	28,7	6009
In the Sverdlovsk region	–	118,7	4686
2018 year			
Factory	12	17,7	9205
Reproducer	34	26,0	7739
Total for tribal organizations	46	43,7	8833
In the Sverdlovsk region	–	80,5	7484

Таблица 3

**Коровы-рекордистки по выходу питательных веществ с молоком**

Год	Кличка	Удой, кг	МДЖ, %	МДБ, %	Сумма питательных веществ, кг
2009	Ульяна 24062	14 227	4,34	3,27	1083
2010	Матиола 24064	13 045	4,33	3,19	981
2011	Нейва 37702	14 698	3,93	3,18	1136
2012	Матиола 24064	15 404	3,90	3,14	1084
2013	Матиола 24064	15 201	4,05	3,22	1105
2014	Терраса 1636	16 134	4,10	3,32	1197
2015	Янина 3992	16 414	3,99	3,27	1192
2016	Басма 2120	16 267	3,97	3,32	1185
2017	Снегурка 5242	17 120	3,90	3,25	1223
2018	Фрамуга 8524	16 401	4,22	3,37	1246

Table 3

**Record-breaking cows for the yield of nutrients with milk**

Year	Nickname	Milk yield, kg	FMF, %	MFP, %	Amount of nutrients, kg
2009	Uliana 24062	14 227	4,34	3,27	1083
2010	Matiola 24064	13 045	4,33	3,19	981
2011	Neyva 37702	14 698	3,93	3,18	1136
2012	Matiola 24064	15 404	3,90	3,14	1084
2013	Matiola 24064	15 201	4,05	3,22	1105
2014	Terassa 1636	16 134	4,10	3,32	1197
2015	Yanina 3992	16 414	3,99	3,27	1192
2016	Basma 2120	16 267	3,97	3,32	1185
2017	Snegurka 5242	17 120	3,90	3,25	1223
2018	Framuga 8524	16 401	4,22	3,37	1246

ком свыше 1000 кг питательных веществ (жир + белок), при этом наблюдается тенденция увеличения выхода.

Особо следует отметить корову Матиола № 24064, принадлежащую ЗАО «Агрофирма «Патруши». Это животное за 10 лет три раза являлась рекордисткой Свердловской области по надою, а в целом за семь лактаций от нее получено более 100 т молока [13].

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, в области на базе ОАО «Уралплем-центр» имеется массив высокоценных быков-произво-

дителей с высоким генетическим потенциалом женских предков на уровне 10 649–14 170 кг молока. Использование семени этих животных при искусственном осеменении обеспечивает постоянное повышение молочной продуктивности коров, как в племенных организациях, так и в целом по области – за 10 лет молочная продуктивность коров возросла до 7484 кг. Кроме этого, в племенных организациях производится массовый раздой коров, о чем свидетельствует наличие животных с рекордной продуктивностью до 16,0–17,0 тыс. кг молока.

#### Библиографический список

1. Антал Л. Голштинская порода // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 5. С. 37.
2. Дунин И. М., Амерханов Х. Селекционно-генетические аспекты развития молочного скотоводства в России // Зоотехния. 2017. № 6. С. 2–8.
3. Прохоренко П. Н. Создание региональной высокопродуктивной популяции голштинизированного черно-пестрого скота // Кормопроизводство, продуктивность, долголетие и благополучие животных: материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 51–55.
4. Гридина С. Л., Гридин В. Ф., Мырнин В. С. [и др.] Селекционно-племенная работа с крупным рогатым скотом в регионе Урала. Екатеринбург, 2019. 108 с.
5. Гридина С. Л., Гридин В. Ф., Мырнин В. С. [и др.] Характеристика племенных и продуктивных качеств черно-пестрого скота в областях и республиках Урала. Екатеринбург, 2018. 80 с.
6. Попов Н. А., Марзанова Л. К. Генетический мониторинг крупного рогатого скота черно-пестрой породы // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 4. С. 9–13.
7. Часовщикова М. А., Свяженина М. А., Шевелева О. М. Селекционные и биологические особенности черно-пестрого скота Тюменской области // Главный зоотехник. 2015. № 5 (228). С. 42–46.
8. Мохов Б. П. Определение племенной ценности продуктивных животных и оптимизация методов их отбора // Зоотехния. 2017. № 9. С. 11–13.
9. Попов Н. А., Марзанова Л. К., Некрасов А. А. [и др.] Аллелофонд голштинской породы и его использование для совершенствования молочности крупного рогатого скота Российской Федерации // Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 4. С. 14–20.
10. Лоретц О. Г., Чеченихина О. С., Быкова О. А., Гридин В. Ф. Повышение продуктивного долголетия коров черно-пестрой породы. Екатеринбург, 2017. 164 с.
11. Гридина С. Л., Петров В. А. Оценка племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота черно-пестрой породы в областях и республиках Урала за 2009 год. Екатеринбург, 2010. 48 с.
12. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности молока и молочной продукции ТР ТС 033/2013 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499050562>.
13. Гридина С. Л., Гридин В. Ф., Мырнин В. С., Зезин Н. Н. Оценка племенных и продуктивных качеств крупного рогатого скота черно-пестрой породы областей и республик Урала. Екатеринбург, 2015. 51 с.

#### Об авторах:

Виктор Федорович Гридин<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, +7 922 293-37-41, [gvf-pto@mail.ru](mailto:gvf-pto@mail.ru)

Светлана Леонидовна Гридина<sup>1</sup>, доктор сельскохозяйственных наук

Ксения Вячеславовна Новицкая<sup>1</sup>, научный сотрудник

<sup>1</sup>Уральский НИИСХ – филиал Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

## Pressure of the genetic productivity potential of the female ancestors of sires on milk production of their daughters

V. F. Gridin<sup>1</sup>, S. L. Gridina<sup>1</sup>, K. V. Novitskaya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ural Agricultural Research Institute – Branch of Ural Federal Agricultural Research center of Ural Branch of the Russian Academy of Science, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: [gvf-pto@mail.ru](mailto:gvf-pto@mail.ru)

**Abstract.** Breeding work with cattle largely depends on the use of valuable bulls with high productivity of female ancestors. The livestock of cattle in the Russian Federation makes 8136 thousand heads, including 3282 thousand cows, and milk yield – 6094 kg. In Sverdlovsk region the livestock of cows makes 80.5 thousand heads with milk yield of 7484 kg of milk. For insemination of this livestock of cows the valuable seed of bulls which selection for selection work is carried out taking into account



productivity of female ancestors is used. It is established that for 10 years the productivity of mothers of bulls increased by 1833 kg of milk, but there was a decrease in milk fat content. In the region there are 46 breeding organizations – 12 breeding plants and 34 breeding reproducers. Productivity of cows in these organizations is an average of 8345 kg of milk, on all farms of the region 7484 kg of milk. The productivity of daughters of bulls used for insemination for 10 years increased by 2336 kg of milk, which is associated with the use of highly productive bulls. High productivity of cattle in the region is also provided by the mass milking of cows. In the breeding organizations of the region from individual animals obtained record productivity at the level of world standards. So, from cow Snegurka No. 5242, which belongs to the agricultural company „Patrushi“ obtained milk yield in 17120 kg of milk with the yield of nutrients (fat + protein) 1223 kg. The Absolute record holder is a cow Matiola No. 24064, from which over 7 lactations received more than 100 tonnes of milk.

**Keywords:** bull-producer, productivity, female ancestors, cow, milk, fat, protein.

**For citation:** Gridin V. F., Gridina S. L., Novitskaya K. V. Davleniye (pressing) geneticheskogo potentsiala produktivnosti materinskih predkov bykov-proizvoditeley na molochnyuyu produktivnost' docherey [Pressure of the genetic productivity potential of the female ancestors of sires on milk production of their daughters] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 8 (187). Pp. 34–38. DOI: 10.32417/article\_5d908b85ca8d41.94776982. (In Russian.)

### References

1. Antal L. Golshtinskaya poroda [Holstein breed] // Journal of Dairy and Beef Cattle Farming. 2017. No. 5. Pp. 37. (In Russian.)
2. Dunin I. M. Amerkhanov Kh. Seleksionno-geneticheskiye aspekty razvitiya molochnogo skotovodstva v Rossii [Breeding and genetic aspects of dairy cattle in Russia] // Zootekhnika. 2017. No. 6. Pp. 2–8. (In Russian.)
3. Prokhorenko P. N. Sozdaniye regionalnoy vysokoproduktivnoy populyatsii golshtinizirovannogo cherno-pestrogo skota [The creation of regional productive populations of holsteinized black-motley cattle] // Kormoproizvodstvo, produktivnost, dolgoletiy i blagopoluchiye zhivotnykh: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. 2018. Pp. 51–55 (In Russian.)
4. Gridina S. L., Gridin V. F., Mymrin V. S. [et al.] Seleksionno-plemennaya rabota s krupnym rogatym skotom v regione Urala [Breeding work with cattle in the Ural region]. Ekaterinburg, 2019. 108 p. (In Russian.)
5. Gridina S. L., Gridin V. F., Mymrin V. S. [et al.] Kharakteristika plemennykh i produktivnykh kachestv cherno-pestrogo skota v oblastiakh i respublikakh Urala [Characteristics of breeding and productive qualities of black-and-white cattle in the regions and republics of the Urals]. Ekaterinburg, 2018. 80 p. (In Russian.)
6. Popov N. A., Marzanova L. K. Geneticheskii monitoring krupnogo rogatogo skota cherno-pestroy porody [Genetic monitoring of cattle black-motley breeds] // Journal of Dairy and Beef Cattle Farming. 2016. No. 4. Pp. 9–13. (In Russian.)
7. Chasovshchikova M. A., Svyazhenina M. A., Sheveleva O. M. Seleksionnyye i biologicheskiye osobennosti cherno-pestrogo skota Tyumenskoj oblasti [Breeding and biological characteristics of black-motley cattle in the Tyumen region] // Glavnyy zootekhnik. 2015. No. 5 (228). Pp. 42–46. (In Russian.)
8. Mokhov B. P. Opredeleniye plemennoy tsnnosti produktivnykh zhivotnykh i optimizatsiya metodov ikh otbora [Determination of breeding value of productive animals and optimization of methods of their selection] // Zootekhnika. 2017. No. 9. Pp. 11–13. (In Russian.)
9. Popov N. A., Marzanova L. K., Nekrasov A. A. [et al.] Allelofond golshtinskoj porody i ego ispolzovaniye dlya sovershenstvovaniya molochnosti krupnogo rogatogo skota Rossiyskoj Federatsii [Allelofond of Holstein breed and its use for improvement of milk content of cattle of the Russian Federation] // Journal of Dairy and Beef Cattle Farming. 2018. No. 4. Pp. 14–20. (In Russian.)
10. Loretts O. G., Chechenikhina O. S., Bykova O. A., Gridin V. F. Povysheniye produktivnogo dolgoletiya korov cherno-pestroy porody [Increase of productive longevity of cows of black-motley breed]. Ekaterinburg, 2017. 164 p. (In Russian.)
11. Gridina S. L., Petrov V. A. Otsenka plemennykh i produktivnykh kachestv krupnogo rogatogo skota cherno-pestroy porody v oblastiakh i respublikakh Urala za 2009 god [Evaluation of breeding and productive qualities of cattle of black-and-white breed in the regions and republics of the Urals in 2009]. Ekaterinburg, 2010. 48 p. (In Russian.)
12. Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soyuza. O bezopasnosti moloka i molochnoy produktsii TR TS 033/2013 [e-resource] [Technical regulations of the Customs Union. On the safety of milk and dairy products TR CU 033/2013]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499050562>. (In Russian.)
13. Gridina S. L., Gridin V. F., Mymrin V. S., Zezin N. N. Otsenka plemennykh i produktivnykh kachestv krupnogo rogatogo skota cherno-pestroy porody oblastey i respublik Urala [Evaluation of breeding and productive qualities of cattle of black-and-white breed of regions and republics of the Urals]. Ekaterinburg, 2015. 51 p. (In Russian.)

### Authors' information:

Viktor F. Gridin<sup>1</sup>, doctor of agricultural sciences, [gvf-pto@mail.ru](mailto:gvf-pto@mail.ru)

Svetlana L. Gridina<sup>1</sup>, doctor of agricultural sciences

Kseniya V. Novitskaya<sup>1</sup>, researcher

<sup>1</sup>Ural Agricultural Research Institute – Branch of Ural Federal Agricultural Research center of Ural Branch of the Russian Academy of Science, Ekaterinburg, Russia

## Оценка лейкоцитарного профиля промысловой рыбы из озер Челябинской области

Е. А. Колесник<sup>1</sup>✉, Д. Ю. Нохрин<sup>1</sup>, Ю. Г. Грибовский<sup>1</sup>, А. Н. Торчицкий<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

✉E-mail: evgeniy251082@mail.ru

**Аннотация.** Определен лейкоцитарный профиль (лейкоформула) по мазкам из цельной крови окрашенных по Паппенгейму у четырех видов рыб – карася (*Carassius*) ( $n = 10$ ), пеляди (*Coregonus peled*) ( $n = 10$ ), плотвы (*Rutilus rutilus*) ( $n = 5$ ) и окуня (*Perca fluviatilis*) ( $n = 5$ ) в озерах Челябинской области, имеющих рыбохозяйственное значение, Маян, Куракли-Маян и Сугояк. Индивидуальные значения показателей лейкограммы преобразовывали с использованием фи-преобразования арксинуса, вычисляли среднее и 95 % ДИ как для количественных признаков, а полученные результаты ретрансформировали в исходную шкалу с помощью обратного преобразования. Расчеты и графические построения выполнены в пакетах PAST (version 3.20) и KyPlot (version 2.15). Выполненная ветеринарно-санитарная экспертиза обследуемых групп рыбы показала соответствие изученных образцов нормативно-правовым документам. Рыба из всех обследуемых озер по результатам клинического осмотра по анамнезу жизни (*Anamnesis vitae*) соответствовала состоянию здорового организма. В целом полученные результаты соответствовали нормативным данным и обусловлены биологическими особенностями рыбы, типом питания животных. В лейкоформуле всех изученных групп рыб наибольшее количество было представлено лимфоцитами (более 80 %) и нейтрофилами (от 15–20 % в крови окуня из озера Сугояк). Более 30 % содержания нейтрофилов в лейкоцитарном профиле имели караси и пелядь из озер Маян и Куракли-Маян. Однако в процентном соотношении сравнительно максимально преобладали лимфоциты в крови окуня из озера Сугояк – до 80 %. Полученные результаты имеют поисковый характер и являются основой для проведения дальнейших работ по изысканию маркерных показателей экологического и физиологического состояния биологических ресурсов в водоемах, имеющих хозяйственное значение.

**Ключевые слова:** рыбохозяйственные водоемы, лейкоцитарный профиль, лимфоциты, нейтрофилы, рыба.

**Для цитирования:** Колесник Е. А., Нохрин Д. Ю., Грибовский Ю. Г., Торчицкий А. Н. Оценка лейкоцитарного профиля промысловой рыбы из озер Челябинской области // Аграрный вестник Урала. 2019. № 8 (187). С. 39–44. DOI: 10.32417/article\_5d908b85dcb853.25473638.

**Дата поступления статьи:** 09.06.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Южный Урал характеризуется обилием водоемов с различными гидрохимическими режимами. Челябинская область имеет существенное рыбохозяйственное значение в регионе за счет наличия благоприятных для рыбопромысловой отрасли озер [11–14]. Вместе с тем регион имеет существенную техногенную нагрузку [6, 8, 13, 14]. Конечно, современные природосберегающие технологии в промышленном и прежде всего металлургическом производстве, обеспеченные «умными» фильтрами, способны минимизировать выбросы химических форм поллютантов, в том числе тяжелых металлов. Однако многолетнее наследие горнодобывающей промышленности открытого типа и неадсорбентное металлургическое производство отражаются на природных объектах в совокупности с существенными биогеохимическими провинциями на территории Южного Урала [6, 8, 11–14], влияют на физиологические процессы организма в процессе жизнедеятельности [2, 4, 5, 7, 11].

Физиологическое и клиническое значение микро- и макроэлементов хорошо известно. Многие микроэлементы являются структурообразующими в коферментах энзимов в организме животных и человека [9]. Как избы-

ток, так и недостаток данных эссенциальных элементов за счет синергетических и антагонистических ионно-обменных механизмов, изучаемых в Уральском регионе еще А. А. Кабышем, Г. П. Грибовским и другими авторами, сказывается на стабильности усвоения ионов железа в синтезе гемоглобина крови, реактивности провоспалительных систем организма [2, 5, 9].

На морфофизиологическом уровне в системе крови тенденции концентраций микроэлементов отражаются в реактивности лейкоцитов [2, 5, 9]. В частности, гранулярные лейкоциты – нейтрофилы, эозинофилы и базофилы – могут отражать тенденции в изменениях внутренней среды под влиянием кратковременных, но обычно интенсивных нагрузок, проявляющихся в аллергических реакциях [4]. Тогда как агранулоциты – лимфоциты и моноциты – являются маркерами хронического воздействия на организм животных и человека. Это обусловлено длительными сроками циркуляции агранулярных клеток белой крови от нескольких недель до десятилетий. Поэтому лейкоцитарный профиль крови имеет важное диагностическое значение в характеристике воздействий микроэлементов на процессы внутренней среды организма, реализации витальных функций животных [2, 5, 17].

В связи с этим целью работы явилась диагностическая характеристика лейкоцитарного профиля рыбы из некоторых промысловых озер Челябинской области.

**Методология и методы исследования (Methods)**

Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по теме № 0773-2018-0006 «Разработать методы и средства снижения негативного воздействия экотоксикантов на организм сельскохозяйственных животных на территориях экологического загрязнения зоны Южного Урала».

Отлов рыбы проводился в июле – августе 2018 года на трех озерах в северо-восточной части Челябинской области, имеющих рыбохозяйственное значение: Маяне, Куракли-Маяне и Сугояке. Лейкоцитарный профиль определялся на микроскопе BIOLAR PZO (Польша) по мазкам из цельной крови, окрашенным по Паппенгейму [4, 15, 16]. Всего были изучены 4 вида рыб: карась (*Carassius*) ( $n = 10$ ), пелядь (*Coregonus peled*) ( $n = 10$ ), плотва (*Rutilus rutilus*) ( $n = 5$ ) и окунь (*Perca fluviatilis*) ( $n = 5$ ).

В ходе статистического анализа использовали методы описательной статистики, выборочных сравнений и многомерный анализ [1, 10].

Индивидуальные значения показателей лейкограммы трансформировали с использованием фи-преобразования арксинуса, вычисляли среднее с 95-процентным доверительным интервалом (95 % ДИ), а полученные результаты ретрансформировали в исходную шкалу (в процентах) с помощью обратного преобразования. Многомерный анализ проводили методом анализа главных компонент (principal component analysis – PCA) после предварительного пересчета исходных композиционных данных в открытый формат с помощью центрированного преобразование логарифма отношения (centered log ratio transformation – clr). Полученные в ходе PCA индивидуальные значения меток компонент использовали в однофакторном дисперсионном анализе с последующими апостериорными сравнениями методом Тьюки. Расчеты выполнены в пакетах CoDaPack (version 2.02.21) [18] и PAST (version 3.20) [19].

**Результаты (Results)**

Выполненная ветеринарно-санитарная экспертиза обследуемых групп рыбы показала соответствие изученных образцов нормативно-правовым документам. По результатам клинического осмотра анамнез жизни (*Anamnesis vitae*) соответствовал состоянию здорового организма [2, 4, 5].

Таблица  
**Лейкограмма рыб из трех водоемов Челябинской области в 2018 году. Относительная частота клеток в процентах (95 % ДИ)**

Вид	Лимфоциты	Нейтрофилы сегментоядерные	Нейтрофилы палочкоядерные	Моноциты
Озеро Маян				
Пелядь ( $n = 10$ )	65,2 [59,2; 70,8]	24,8 [19,9; 30,3]	0,08 [0,00; 0,30]	8,7 [5,8; 11,9]
Карась ( $n = 10$ )	75,6 71,9; 79,3	16,9 14,4; 19,5	0,06 0,00; 0,23	6,9 4,9; 9,1
Озеро Куракли-Маян				
Карась ( $n = 10$ )	67,9 [63,2; 72,5]	24,9 [21,2; 29,0]	0,11 [0,00; 0,46]	7,2 [4,4; 10,3]
Озеро Сугояк				
Плотва ( $n = 5$ )	80,7 [7,6; 83,4]	15,1 [12,6; 17,4]	0,00 [-]	4,1 [3,4; 4,8]
Окунь ( $n = 5$ )	79,7 [76,7; 82,0]	16,0 [12,9; 19,1]	0,08 [0,00; 0,32]	3,7 [2,7; 4,4]

Примечание: эозинофилы и базофилы во всех изученных образцах отсутствовали.

Table  
**Leukogram of fish from three reservoirs of the Chelyabinsk region in 2018. The relative frequency of cells in percent [95 % CI]**

Species	Lymphocytes	Segmented-nuclear neutrophils	Rod nuclear neutrophils	Monocytes
Lake Mayan				
<i>Coregonus peled</i> ( $n = 10$ )	65,2 [59,2; 70,8]	24,8 [19,9; 30,3]	0,08 [0,00; 0,30]	8,7 [5,8; 11,9]
<i>Carassius</i> ( $n = 10$ )	75,6 71,9; 79,3	16,9 14,4; 19,5	0,06 0,00; 0,23	6,9 4,9; 9,1
Lake Kurakli-Mayan				
<i>Carassius</i> ( $n = 10$ )	67,9 [63,2; 72,5]	24,9 [21,2; 29,0]	0,11 [0,00; 0,46]	7,2 [4,4; 10,3]
Lake Sugoyak				
<i>Rutilus rutilus</i> ( $n = 5$ )	80,7 [7,6; 83,4]	15,1 [12,6; 17,4]	0,00 [-]	4,1 [3,4; 4,8]
<i>Perca fluviatilis</i> ( $n = 5$ )	79,7 [76,7; 82,0]	16,0 [12,9; 19,1]	0,08 [0,00; 0,32]	3,7 [2,7; 4,4]

Note: eosinophils and basophils in all studied samples were absent.



Рыбы (*Pisces*) как систематическая группа относятся к животным с лимфоидным типом кроветворения, то есть с преобладанием в клеточном составе белых клеток крови – лимфоцитов [4, 5, 7], что также отразилось в полученных результатах по лейкоформуле крови рыб (см. таблицу и рис. 1).

В лейкограммах всех выборок преобладали лимфоциты, на втором месте были сегментоядерные нейтрофилы, на третьем – моноциты. Изредка встречались палочкоядерные нейтрофилы, а эозинофилы и базофилы отсутствовали. В целом полученные результаты соответствуют нормативным данным и обусловлены биологическими особенностями рыбы, типом питания животных [2, 4, 5, 7].

Для выявления наиболее общих закономерностей соотношения лейкоцитов использовали РСА, но с учетом композиционного характера данных. Поскольку все элементы лейкограммы составляют в сумме 100 %, данные показатели не являются независимыми: увеличение доли одного типа клеток в композиции неизбежно сопровождается уменьшением доли других типов. В результате этого традиционные методы анализа корреляций, а также основанные на них многомерные техники типа РСА дают искаженные результаты и могут приводить к неверным выводам. Для работы с такими данными предложены и

активно используются (в первую очередь геологами) специальные преобразования, позволяющие «развернуть» закрытые в композиции значения и сделать их похожими на обычные некомпозиционные данные. Нами было использовано clr-преобразование из пакета CoDaPack [18].

Первая главная компонента (РС 1) объясняла 51,4 % общей изменчивости (дисперсии) данных лейкограмм. Как видно из ординационной диаграммы на рис. 2, она отражала преимущественно соотношение (отрицательная связь) между незрелыми палочкоядерными и зрелыми сегментоядерными формами нейтрофилов.

Известно, что увеличение доли незрелых нейтрофилов полиэтиологично и может являться результатом воспаления, инфекции, интоксикации, физического перенапряжения и др. [4, 7]. Частота таких клеток была крайне низка во всех выборках (см. таблицу). В ходе дисперсионного анализа, проведенного на рассчитанных индивидуальных метках РС 1, различий по рассматриваемому соотношению элементов крови между рыбами из изученных водоемов обнаружено не было:  $F_{(4; 35)} = 0,20$ ;  $P = 0,938$ .

Вторая главная компонента (РС 2) объясняла 28,9 % общей дисперсии данных. Из рис. 2 видно, что она практически не затрагивала соотношения нейтрофилов, а отражала соотношение между лимфоцитами и моноцитами (отрицательная связь). Как показал дисперсионный анализ, различия между выборками рыб по РС 2 были высоко статистически значимыми:  $F_{(4; 35)} = 4,21$ ;  $P = 0,007$ . Наибольший вклад в эти различия внесли пары: карась озера Маян и плотва озера Сугояк ( $P = 0,013$ ), карась озера Маян и окунь озера Сугояк ( $P = 0,046$ ), а также карась озера Куракли-Маян и плотва озера Сугояк ( $P = 0,071$ ). Третья компонента вобрала в себя остаточную изменчивость (19,7 %) и отражала соотношение между сегментоядерными нейтрофилами, с одной стороны, и лимфоцитами с моноцитами – с другой. По РС 3 наблюдалась тенденция к различиям ( $F_{(4; 35)} = 2,58$ ;  $P = 0,054$ ) за счет более высокого значения в карасе из озера Куракли-Маян.

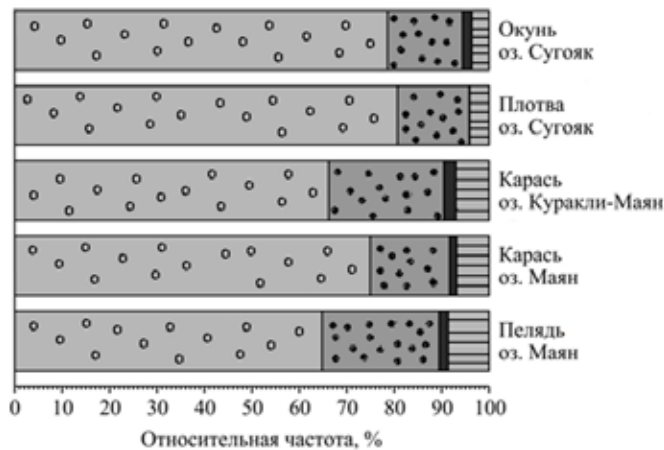


Рис. 1. Лейкограммы крови рыб трех водоемов Челябинской области в 2018 году

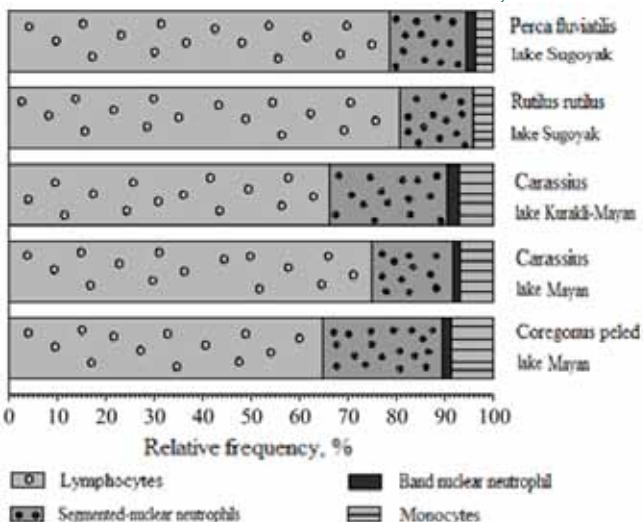


Fig. 1. Leukograms of blood of fish from three reservoirs of the Chelyabinsk region in 2018

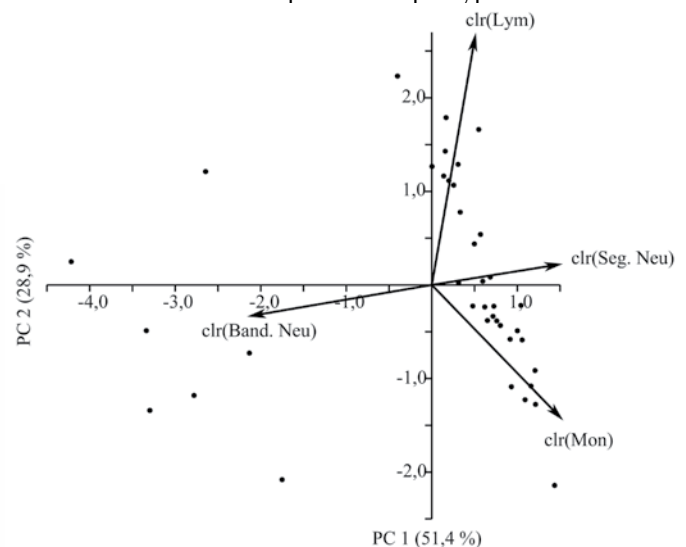


Рис. 2. Преобразованные доли палочкоядерных (Band. Neu) и сегментоядерных (Seg. Neu) нейтрофилов, лимфоцитов (Lym) и моноцитов (Mon) крови рыб в пространстве двух первых главных компонент

Fig. 2. Transformed shares of stab-core (Band. Neu) and segment-nuclear (Seg. Neu) neutrophils, lymphocytes (Lym) and monocytes (Mon) of fish blood in the space of the first two main components



Таким образом, главной особенностью полученных данных является неслучайно более высокая доля лимфоцитов и менее высокая – моноцитов в рыбах озера Сугояк.

Действительно, как видно из таблицы, у рыб озера Сугояк доля лимфоцитов достигала 80 % и более. Следует признать, что прямое сравнение рыб из разных водоемов не вполне корректно, поскольку рыбы принадлежали к разным видам. Тем не менее, важно отметить, что озеро Сугояк испытывает наибольшую из трех водоемов антропогенную нагрузку, являющуюся результатом его рекреационного использования и плотной застройки водосборной площади коттеджами. На это указывают уровни накопления в костной и особенно в мышечной тканях рыб озера Сугояк ряда тяжелых металлов (Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Pb), чему будет посвящена отдельная публикация.

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Был изучен лейкоцитарный профиль у четырех видов промысловой рыбы из трех озер хозяйственного значения в условиях Челябинской области.

Установлено маркерное наибольшее (около 80 %) содержание лимфоцитов в крови рыб озера Сугояк, испытывающего наибольшую антропогенную нагрузку.

Полученные результаты имеют поисковый характер и являются основой для проведения дальнейших работ по изысканию маркерных показателей экологического и физиологического состояния биологических ресурсов в водоемах, имеющих хозяйственное значение.

### Библиографический список

1. Андреева С. В., Хайдаршина Н. Э., Нохрин Д. Ю. Использование статистических методов в анализе динамики видовой структуры микробных сообществ при ожоговой травме // *Лабораторная служба*. 2019. Т. 8. № 1. С. 65–72.
2. Ахметова В. В., Басина С. Б. Оценка морфологической и биохимической картины крови карповых рыб, выращиваемых в ООО «Рыбхоз» Ульяновского района Ульяновской области // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2015. № 3 (31). С. 53–58. DOI: 10.18286/1816-4501-2015-3-53-58.
3. Беспамятных Е. Н., Кривоногова А. С., Донник И. М., Исаева А. Г. Подходы к коррекции иммунобиологического профиля животных // *Ветеринария Кубани*. 2018. № 5. С. 10–13.
4. Болезни рыб. Гематологическое исследование [Электронный ресурс]. 2018. URL: <http://arktikfish.com/index.php/bolezni-ryb/149-gematologicheskoe-issledovanie> (дата обращения: 17.06.2018).
5. Власов В. А., Маслова Н. И., Серветник Г. Е. Морфофизиологическая характеристика маточного поголовья растительноядных рыб рыбхоза «Ергенинский» // *Природообустройство*. 2017. Вып. 2. С. 120–127.
6. Донник И. М., Шкуратова И. А. Молекулярно-генетические и иммунобиохимические маркеры оценки здоровья сельскохозяйственных животных // *Вестник Российской академии наук*. 2017. Т. 87. № 4. С. 362–366.
7. Королева И. М. Гематологические показатели сиговых рыб в водоемах Кольского севера в условиях антропогенной нагрузки // *Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов: расширенные материалы IV Международной конференции*. Борок, 2015. С. 32–39.
8. Красноперова Е. А. Анализ содержания экотоксикантов в мышечной ткани рыб различных семейств // *Состояние и пути развития аквакультуры в российской федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: материалы II национальной научно-практической конференции*. Санкт-Петербург, 2017. С. 62–67.
9. Кравченко О. А., Максин В. И. Особенности поведения и аккумуляция наноаквацитратов меди и цинка в гидроэко системах // *Микроэлементы в медицине*. 2016. Т. 17. Вып. 4. С. 44–48.
10. Медицинская статистика [Электронный ресурс]. 2019. URL: <http://medstatistic.ru/calculators.html> (дата обращения: 10.07.2019).
11. Нохрин Д. Ю., Грибовский Ю. Г., Давыдова Н. А. Корреляционная адаптометрия микроэлементного состава тканей как метод оценки средового стресса (на примере популяций промысловых рыб минерализованного водоема) // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. 2018. № 4. С. 252–255.
12. Нохрин Д. Ю., Грибовский Ю. Г., Давыдова Н. А. Сравнительная оценка пресноводных водоемов челябинской области по содержанию тяжелых металлов в рыбе // *Аграрный вестник Урала*. 2018. № 10 (177). С. 35–40.
13. Чупракова А. М., Ребезов М. Б. Анализ результатов мониторинга проб мясных и рыбных продуктов на содержание тяжелых металлов // *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. Серия: Экономика и менеджмент. 2015. Т. 9. № 2. С. 194–201.
14. Юдин М. Ф., Таирова А. Р., Красноперова Е. А. Особенности накопления и распределения тяжелых металлов в системе «вода – донные отложения – гидробионты». Троицк: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2014. 214 с.
15. Markaki Y., Harz H. (Eds.). *Light Microscopy. Methods and protocols*. Series: Methods in molecular biology. New York: Humana Press, 2017. 285 p. DOI: 10.1007/978-1-4939-6810-7.
16. Mulisch M., Welsch U. (Eds.). *Romeis Mikroskopische Technik*. 19. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum, 2015. 611 p. DOI: 10.1007/978-3-642-55190-1.
17. Sheshachalam A., Srivastava N., Mitchell T., Lacy P., Eitzen G. Granule protein processing and regulated secretion in neutrophils // *Frontiers in immunology*. 2014. V. 5. No 448. Pp. 1–11. PubMed ID: 25285096. DOI: 10.3389/fimmu.2014.00448.
18. Thio-Henestrosa, S., Comas M. CoDaPack v2 USER'S GUIDE [e-resource]. 2016. URL: <http://ima.udg.edu/codapack/assets/codapack-manual.pdf> (access date: 10.07.2019).
19. Yu H., Kim J., Lee C. Nutrient removal and microalgal biomass production from different anaerobic digestion effluents with *Chlorella* species // *Scientific Reports*. 2019. 9:6123. Pp. 1–13. DOI: 10.1038/s41598-019-42521-2.

**Об авторах:**

Евгений Анатольевич Колесник<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, [evgeniy251082@mail.ru](mailto:evgeniy251082@mail.ru)

Денис Юрьевич Нохрин<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Юрий Геннадьевич Грибовский<sup>1</sup>, доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник

Анатолий Николаевич Торчицкий<sup>1</sup>, научный сотрудник

<sup>1</sup>Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук

## Assessment of leukocitar profile a fish's of the fishfarming farm lakes of the Chelyabinsk region

E. A. Kolesnik<sup>1</sup>✉, D. Yu. Nokhrin<sup>1</sup>, Yu. G. Gribovsky<sup>1</sup>, A. N. Torchitsky<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: [evgeniy251082@mail.ru](mailto:evgeniy251082@mail.ru)

**Abstract.** The leukocyte profile (leukoformula) was determined by smears from whole blood painted by Pappenheim in four fish species – carp (*Carassius*) (n = 10), peled (*Coregonus peled*) (n = 10), roach (*Rutilus rutilus*) (n = 5) and perch (*Perca fluviatilis*) (n = 5) in lakes of the Chelyabinsk region of Mayan, Kurakli-Mayan and Sugoyak fishery. Individual values of leukogram indices were transformed using the arcsine phi-transform, the average and 95 % confidence interval (CI) were calculated as for quantitative traits, and the results were re-transformed into the original scale using the inverse transform. Calculations and graphical constructions are made in PAST (version 3.20) and KyPlot (version 2.15) packages. The completed veterinary-sanitary examination of the fish groups examined showed that the samples studied were in compliance with legal documents. The fish from all the examined lakes according to the results of a clinical examination on the history of life (*Anamnesis vitae*) corresponded to the state of a healthy organism. In general, the results obtained corresponded to the regulatory data and were due to the biological characteristics of the fish, the type of animal nutrition. In the leukoformula of all studied groups of fish, the largest number was represented by lymphocytes – more than 80 % and neutrophils from 15–20 % in the blood of the perch from lake Sugoyak. More than 30 % of the neutrophils content in the leukocyte profile had crucians and peled from the lakes Mayan and Kurakli-Mayan. However, as a percentage, lymphocytes prevailed in the blood of a perch from lake Sugoyak in a comparatively maximal manner – up to 80 %. The results obtained are exploratory in nature and are the basis for further work on the search for marker indicators of the ecological and physiological state of biological resources in reservoirs of economic importance.

**Keywords:** fishery reservoirs, leukocyte's profile, lymphocytes, neutrophils, fish.

**For citation:** Kolesnik E. A., Nokhrin D. Yu., Gribovsky Yu. G. Otsenka leykotsitarnogo profilya promyslovoy ryby iz ozyor chelyabinskoy oblasti [Assessment of leukocitar profile a fish's of the fishfarming farm lakes of the Chelyabinsk region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 8 (187). Pp. 39–44. DOI: 10.32417/article\_5d908b85dcb853.25473638. (In Russian.)

### References

1. Andreeva S. V., Khaydarshina N. E., Nokhrin D. Yu. Ispol'zovaniye statisticheskikh metodov v analize dinamiki vidovoy struktury mikrobykh soobshchestv pri ozhogovoy travme [Use of statistical methods in analyzing the dynamics of the species structure of microbial communities in a burn injury] // Laboratory Service. 2019. Vol. 8. No. 1. Pp. 65–72. (In Russian.)
2. Akhmetova V. V., Basina S. B. Otsenka morfologicheskoy i biokhimicheskoy kartiny krovi karpovykh ryb, vyrashchivayemykh v OOO „Rybkhoz,, Ul'yansvskogo rayona Ul'yansvskoy oblasti [Evaluation of the morphological and biochemical blood picture of carp fish grown in the „Rybkhoz,, LLC of the Ulyanovsk district of the Ulyanovsk region] // Vestnik of the Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2015. No. 3 (31). Pp. 53–58. DOI: 10.18286/1816-4501-2015-3-53-58. (In Russian.)
3. Bespamyatnykh E. N., Krivonogova A. S., Donnik I. M., Isaeva A. G. Podkhody k korrektsii immunobiologicheskogo profilya zhyvotnykh [Approaches to the correction of the immunobiological profile of animals] // Veterinaria Kubani. 2018. No. 5. Pp. 10–13. (In Russian.)
4. Bolezni ryb. Gematologicheskoye issledovaniye [Diseases of fish. Hematological research] [e-resource]. 2018. URL: <http://arktikfish.com/index.php/bolezni-ryb/149-gematologicheskoe-issledovanie> (date of reference: 17.06.2018). (In Russian.)
5. Vlasov V. A., Maslova N. I., Servetnik G. E. [Morfofiziologicheskaya kharakteristika matochnogo pogolov'ya rastitel'noyadnykh ryb rybkhoza „Ergeninskiy,,] Morphological and physiological characteristics of the breeding stock of herbivorous fish from the „Ergeninskiy,, fish farm // Prirodoobustroystvo. 2017. Vol. 2. Pp. 120–127. (In Russian.)
6. Donnik I. M., Shkuratova I. A. Molekulyarno-geneticheskiye i immunobiokhimicheskiye markery otsenki zdorov'ya sel'skokhozyaystvennykh zhyvotnykh [Molecular genetic and immunobiochemical markers of the health assessment of agricultural animals] // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2017. T. 87. No. 4. Pp. 362–366. (In Russian.)
7. Koroleva I. M. Gematologicheskoye pokazateli sigovykh ryb v vodoyemakh Kol'skogo severa v usloviyakh antropogennoy nagruzki [Hematological indicators of whitefish in the waters of the Kola North under conditions of anthropogenic load] //

Problemy patologii, immunologii i okhrany zdorov'ya ryb i drugikh gidrobiontov: rasshirennyye materialy IV Mezhdunarodnoy konferentsii. Borok, 2015. Pp. 32–39. (In Russian.)

8. Krasnoperova E. A. Analiz sodержaniya ekotoksikantov v myshechnoy tkani ryb razlichnykh semeystv [Analysis of the Content of Ecotoxicants in the Muscle Tissue of Fish of Different Families] // Sostoyaniye i puti razvitiya akvakul'tury v rossiyskoy federatsii v svete importozameshcheniya i obespecheniya prodovol'stvennoy bezopasnosti strany: materialy II natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Saint-Petersburg, 2017. Pp. 62–67. (In Russian.)

9. Kravchenko O. A., Maksin V. I. Osobennosti povedeniya i akumulyatsii nanoakvatsitratov medi i tsinka v gidroekosistemakh [Peculiarities of behavior and accumulation of copper and zinc nano-aquacitrates in hydro-ecosystems] // Trace Elements in Medicine. 2016. T. 17. No. 4. Pp. 44–48. (In Russian.)

10. Medical statistics [Meditsinskaya statistika] [e-resource]. 2019. URL: <http://medstatistic.ru/calculators.html> (date of reference: 07.10.2019). (In Russian.)

11. Nokhrin D. Yu., Gribovsky Yu. G., Davydova N. A. Korrelyatsionnaya adaptometriya mikroelementnogo sostava tkaney kak metod otsenki sredovogo stressa (na primere populyatsiy promyslovykh ryb mineralizovannogo vodoyema) [Correlation adaptometry of the microelemental composition of tissues as a method for assessing environmental stress (using the example of populations of commercial fish of a mineralized body of water)] // Issues of Legal Regulation in Veterinary Medicine. 2018. No. 4. Pp. 252–255. (In Russian.)

12. Nokhrin D. Yu., Gribovsky Yu. G., Davydova N. A. Sravnitel'naya otsenka presnovodnykh vodoyemov chelyabinskoy oblasti po sodержaniyu tyazhelykh metallov v rybe [Comparative assessment of freshwater bodies of the Chelyabinsk region on the content of heavy metals in fish] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2018. No. 10 (177). Pp. 35–40. (In Russian.)

13. Chuprakova A. M., Rebezov M. B. Analiz rezul'tatov monitoringa prob myasnykh i rybnykh produktov na sodержaniye tyazhelykh metallov [Analysis of the results of monitoring samples of meat and fish products for heavy metals] // Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management. 2015. Vol. 9. No. 2. Pp. 194–201. (In Russian.)

14. Yudin M. F., Tairova A. R., Krasnoperova E. A. Osobennosti nakopleniya i raspredeleniya tyazhelykh metallov v sisteme „voda – donnyye otlozheniya – gidrobionty,„ [Features of accumulation and distribution of heavy metals in the system „water – bottom sediments – hydrobionts,„]. Troitsk: South Ural State Agrarian University, 2014. 214 p. (In Russian.)

15. Markaki Y., Harz H. (Eds.). Light Microscopy. Methods and protocols. Series: Methods in molecular biology. New York: Humana Press, 2017. 285 p. DOI: 10.1007/978-1-4939-6810-7.

16. Mulisch M., Welsch U. (Eds.). Romeis Mikroskopische Technik. 19. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum, 2015. 611 p. DOI: 10.1007/978-3-642-55190-1.

17. Sheshachalam A., Srivastava N., Mitchell T., Lacy P., Eitzen G. Granule protein processing and regulated secretion in neutrophils // *Frontiers in immunology*. 2014. V. 5. No 448. Pp. 1–11. PubMed ID: 25285096. DOI: 10.3389/fimmu.2014.00448.

18. Thio-Henestrosa S. Comas M. CoDaPack v2 USER's GUIDE [e-resource]. 2016. URL: <http://ima.udg.edu/codapack/assets/codapack-manual.pdf> (access date: 10.07.2019).

19. Yu H., Kim J., Lee C. Nutrient removal and microalgal biomass production from diferent anaerobic digestion efuents with *Chlorella* species // *Scientific Reports*. 2019. 9:6123. Pp. 1–13. DOI: 10.1038/s41598-019-42521-2.

#### **Authors' information:**

Evgeny A. Kolesnik<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, senior researcher, [evgeniy251082@mail.ru](mailto:evgeniy251082@mail.ru)

Denis Yu. Nokhrin<sup>1</sup>, candidate of biological sciences, senior researcher

Yuriy. G. Gribovsky<sup>1</sup>, doctor of veterinary sciences, leading researcher

Anatoly N. Torchitsky<sup>1</sup>, researcher

<sup>1</sup>Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of Russian Academy of Sciences

## Изучение сроков отела и гона домашних северных оленей в различных зонах Республики Саха (Якутия)

Е. С. Слепцов<sup>1</sup>, Н. В. Винокуров<sup>1✉</sup>, В. И. Федоров<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М. Г. Сафронова, Якутск, Россия

✉E-mail: nikolaivin@mail.ru

**Аннотация.** В статье изложены материалы физиологических основ интенсификации воспроизводства оленей, проведенной в три периода исследований: 1 – в период активного полового сезона (август – ноябрь); 2 – в период плодonoшения (октябрь – апрель – май); 3 – в период отелов и послеродового периода (апрель – июнь). Во время отелов проводилось наблюдение за всем маточным поголовьем оленеграда с помощью опытных пастухов. Количество отелов ежедневно учитывалось путем клеймения новорожденных. В послеродовой стадии обращали внимание на поведение важенок, отношение матери к новорожденному, время первого сосания, сроки отделения последа. Из приведенных примеров видно, что гон оленей не заканчивается в октябре – ноябре, отдельные важенки могут быть покрыты в декабре – январе. В оленеводстве, как правило, используется вольная случка. На одного хора-производителя приходится 12–18 самок. Хор легко находит важенку в охоте и преследует ее до покрытия. Сроки отелов и гона в различных улусах Республики Саха (Якутия), находящихся в различных климатических зонах, разнятся. Так, самые ранние сроки проявления полового возбуждения начинаются у оленей породы Харгин Нижнеколымского улуса, находящихся в более мягких условиях существования, в период с 22 августа по 20 сентября, а массовый (91,4 %) – с 22 августа по 10 сентября. Затем начинается гон оленей в Момском улусе (высокогорная зона) и Харыялахских стадах Оленекского улуса (таежная зона), продолжающийся в период с 6 сентября по 10–15 октября, а массовый (94 %) – с 11–15 сентября по 30 сентября – 5 октября. Однако у отдельных важенок роды наблюдаются в июне – августе и даже в сентябре. При исследовании беременного состояния важенок мы находили несоответствующую стельность в определенные сроки.

**Ключевые слова:** северный олень, оленеводство, воспроизводство, гон, отел, стадо, случка.

**Для цитирования:** Слепцов Е. С., Винокуров Н. В., Федоров В. И. Изучение сроков отела и гона домашних северных оленей в различных зонах Республики Саха (Якутия) // Аграрный вестник Урала. 2019. № 8 (187). С. 45–49. DOI: 10.32417/article\_5d908d29e28568.13770453.

**Дата поступления статьи:** 20.05.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Основной отраслью всех северных районов Республики Саха (Якутия) является оленеводство. Оно отвечает местным и экономическим условиям и дает возможность населению, находящемуся в специфических условиях существования, получать продукцию при наименьших затратах труда и средств. Население получает от оленей мясо, шкуры, рога и т. д. Однако физиология размножения северных оленей, находящихся в течение тысячелетий в специфических условиях существования, остается еще малоизученной. Изучение физиологии размножения, в частности физиологии гона оленей, беременности, родов и послеродового периода, весьма актуально, оно необходимо для организации работы по воспроизводству стада, а также обоснованного определения различных нарушений – патологии органов воспроизводства, являющейся одной из причин бесплодия. Предупреждение и ликвидация бесплодия – важнейшее условие для дальнейшего роста поголовья и повышения продуктивности оленеводства [1–10].

### Методология и методы исследования (Methods)

Целью исследования является изучение сроков отела и гона домашних северных оленей в различных зонах Республики Саха (Якутия). Работа была выполнена в ла-

боратории оленеводства и традиционных отраслей Якутского НИИ сельского хозяйства имени М. Г. Сафронова, в оленеводческих хозяйствах Якутии, а также в Якутской республиканской ветеринарно-испытательной лаборатории.

Изучение физиологических основ интенсификации воспроизводства оленей мы проводили в три периода: 1 – в период активного полового сезона (август – ноябрь); 2 – в период плодonoшения (октябрь – апрель – май); 3 – в период отелов и послеродового периода (апрель – июнь). Для каждого сезона работ составлялась рабочая программа.

Во время отелов проводилось наблюдение за всем маточным поголовьем оленеграда с помощью опытных пастухов. Количество отелов ежедневно учитывалось путем клеймения новорожденных. В послеродовой стадии обращали внимание на поведение важенок, отношение матери к новорожденному, время первого сосания, сроки отделения последа. Последы собирали, взвешивали, устанавливали количество и размеры котиледонов, диаметр сосудов пуповины.

Для определения сроков гона у оленей двух направлений Оленекского улуса Республики Саха (Якутия), находящихся в различных климатических условиях и отстоя-



щих с севера на юг до 500 км, мы использовали методику М. П. Виноградова и Е. И. Горбунова.

**Результаты (Results)**

Северные олени относятся к полициклическим животным с ограниченным половым сезоном. Половые циклы у важенков возникают в определенное время года, и если самка не оплодотворится в первую охоту, то у нее через определенный промежуток времени вновь возникают течка и охота, и так до наступления беременности. Сезон проявления полового возбуждения у оленей – осень, однако даже в пределах Республики Саха он наступает не в одно время. Это зависит от кормовых факторов, а следовательно, от упитанности оленей, а также от температурных, световых и других климатических условий. У породы оленей Харгин Нижнеколымского улуса, находящихся в сравнительно мягких тундровых условиях, гон начинается в третьей декаде августа и заканчивается в сентябре. Продолжительность гона у всех пород оленей составляет 30–45 дней, а массовый, когда спаривается 70–80 % животных, продолжается всего 15–20 дней.

Результаты определения сроков гона у оленей двух направлений Оленекского улуса, находящихся в различных климатических условиях и отстоящих с севера на юг до 500 км, представлены в таблицах 1 и 2.

Как видно из таблицы 1, массовое проявление стадии возбуждения полового цикла и оплодотворение оленей (94 %) в совхозе Оленекский наблюдалось с 16 сентября по 5 октября, то есть в течение 20 дней.

Из таблицы 2 следует, что массовый гон 83 % оленей совхоза «Жилиндинский» проходит в три пятидневки с 26 сентября по 10 октября.

По данным Н. Шмыревой (1985), отелы у оленей в стадах совхоза «Таймыльский» Булунского улуса

начинаются с 24–29 апреля – 1 мая, а заканчиваются 9 июня, но основная масса телится около 3–4 пятидневок в период с 26 апреля по 5 июня. Исходя из этих данных, можно установить, что гон оленей в Булунском улусе протекает с 11 сентября по 20 октября. У основной же массы оленей период полового возбуждения проявляется с 26 сентября по 15 октября.

В таблице 3 собраны сведения собственных наблюдений и данные других авторов о сроках отелов и гона оленей, находящихся в различных климатических условиях Республики Саха (Якутия), они распределены в процентах по пятидневкам.

Таким образом, из итоговой таблицы видно, что сроки отелов и гона в различных улусах Республики Саха (Якутия), находящихся в различных климатических зонах, разнятся. Так, самые ранние сроки проявления полового возбуждения начинается у оленей породы Харгин Нижнеколымского улуса, находящихся в более мягких условиях существования, в период с 22 августа по 20 сентября, а массовый (91,4 %) – с 22 августа по 10 сентября. Затем начинается гон оленей в Момском улусе (высокогорная зона) и Харыялахских стадах Оленекского улуса (таежная зона), продолжающийся в период с 6 сентября по 10–15 октября, а массовый (94 %) – с 11–15 сентября по 30 сентября – 5 октября. Хотя сроки возникновения периода полового возбуждения у оленей севера Оленекского, Булунского и Анабарского улусов примерно одинаковы (16 сентября), однако в Оленьке и Булуно, находящихся южнее, гон заканчивается 10 октября, а массовый (93 %) проходит с 21 сентября по 10 октября, в то время как в Анабаре гон оленей заканчивается 20 октября, а массовый (88,5 %) продолжается с 26 сентября по 15 октября.

Таблица 1  
**Сроки отелов и оплодотворения оленей совхоза «Оленекский»**

Сроки отела (пятидневки)	Количество	%	Сроки гона (пятидневки)
21–25.04	2	0,3	6–10.09
26–30.04	12	1,9	11–15.09
1–5.05	103	16,4	16–20.09
6–10.05	143	22,9	21–25.09
11–15.05	203	32,4	26–30.09
16–20.05	142	22,6	1–5.10
21–25.05	22	3,5	6–10.10
Итого	627	100	

Table 1  
**The timing of calving and insemination of reindeer farm „Olenekskiy“**

The timing of calving (five days)	Number	%	Time of the rut (five days)
21–25.04	2	0,3	6–10.09
26–30.04	12	1,9	11–15.09
1–5.05	103	16,4	16–20.09
6–10.05	143	22,9	21–25.09
11–15.05	203	32,4	26–30.09
16–20.05	142	22,6	1–5.10
21–25.05	22	3,5	6–10.10
Subtotal	627	100	

Таблица 2

## Сроки отелов и оплодотворения оленей совхоза «Жилиндинский»

Сроки отела (пятидневки)	Количество	%	Сроки гона (пятидневки)
26–30.04	1	0,2	10–15.09
1–5.05	18	2,6	16–20.09
6–10.05	44	6,3	21–25.09
11–15.05	230	33,2	26–30.09
16–20.05	237	34,1	1–5.10
21–25.05	108	15,7	6–10.10
26–30.05	54	7,4	11–15.10
Итого	691	100	

Table 2

## The timing of calving and insemination of reindeer farm „Zhilindinskiy“

The timing of calving (five days)	Number	%	Time of the rut (five days)
26–30.04	1	0,2	10–15.09
1–5.05	18	2,6	16–20.09
6–10.05	44	6,3	21–25.09
11–15.05	230	33,2	26–30.09
16–20.05	237	34,1	1–5.10
21–25.05	108	15,7	6–10.10
26–30.05	54	7,4	11–15.10
Subtotal	691	100	

Таблица 3

## Сроки отелов и гона оленей в различных улусах Республики Саха (Якутия), %

Пяти-дневки отелов	Совхозы State farm						Пятид-невки гона
	Нижнеколымский	Момский	Оленекский	Жилиндинский	Анабарский	Булунский	
5–10.04	10,9	–	–	–	–	–	22–26.08
11–15.04	22,2	–	–	–	–	–	27–31.08
16–20.04	33,2	–	–	–	–	–	1–5.09
21–25.04	25,1	4,3	0,64	–	–	–	6–10.09
26–30.04	7,3	13,8	2,4	–	–	0,9	11–15.09
1–5.05	1,3	30,9	19,3	6,9	1,4	23,6	16–20.09
6–10.05	–	15,6	25,5	14,2	7	18,2	21–25.09
11–15.05	–	23,2	29,4	30,4	17,6	19,5	26–30.09
16–20.05	–	6,2	20,4	36,8	37,8	10	1–5.10
21–25.05	–	3,3	2,4	11,7	21,8	19,1	6–10.10
26–30.05	–	3,7	–	–	11,3	6,8	11–15.10
1–5.06	–	–	–	–	3,1	1,9	16–20.10

Table 3

## The timing of calving and rutting of deer in different uluses of the Republic of Sakha (Yakutia), %

Five days of calving	State farm						Five days of the rut
	Nizhnekolymskiy	Momskiy	Olenekskiy	Zhilindinskiy	Anabarskiy	Bulunskiy	
5–10.04	10,9	–	–	–	–	–	22–26.08
11–15.04	22,2	–	–	–	–	–	27–31.08
16–20.04	33,2	–	–	–	–	–	1–5.09
21–25.04	25,1	4,3	0,64	–	–	–	6–10.09
26–30.04	7,3	13,8	2,4	–	–	0,9	11–15.09
1–5.05	1,3	30,9	19,3	6,9	1,4	23,6	16–20.09
6–10.05	–	15,6	25,5	14,2	7	18,2	21–25.09
11–15.05	–	23,2	29,4	30,4	17,6	19,5	26–30.09
16–20.05	–	6,2	20,4	36,8	37,8	10	1–5.10
21–25.05	–	3,3	2,4	11,7	21,8	19,1	6–10.10
26–30.05	–	3,7	–	–	11,3	6,8	11–15.10
1–5.06	–	–	–	–	3,1	1,9	16–20.10

Однако у отдельных важенок роды наблюдаются в июне – августе и даже в сентябре. При исследовании беременного состояния важенок мы находили несоответствующую стельность в определенные сроки. Нами в Оленьке убита важенка под № 9, у которой было зафиксировано покрытие 6 октября. При вскрытии мы обнаружили беременность около 25 дней. Плод был длиной 1,0 см, брюхо закрыто, появились зачатки конечностей. Следовательно, беременность у этой важенки наступила в январе. Отел у данной важенки произошел бы в середине сентября. 22 апреля нами в Оймьяконе убита важенка под № 8, покрытие зафиксировано 24 сентября. При вскрытии нашли, что масса полового аппарата с плодом составляла 5 кг, в том числе масса плода – 0,8 кг, последа – 0,3 кг, матки без плода – 0,7 кг, длина плода была равна 23,2 см, у плода имелись короткие волосы на подбородке, верхней челюсти, на надбровных дугах, глаза закрыты, имелись зачатки резцов. Эти данные показали, что возраст стель-

ности составлял четыре месяца, следовательно, важенка забеременела в третьей декаде декабря, а отел произошел бы только в первой декаде августа.

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Из приведенных примеров видно, что гон оленей не заканчивается в октябре – ноябре, отдельные важенки могут быть покрыты в декабре – январе. В оленеводстве, как правило, используется вольная случка. На одного хора-производителя приходится 12–18 самок. Хор легко находит важенку в охоте и преследует ее до покрытия. Массовое проявление стадии возбуждения полового цикла и оплодотворение оленей в горно-таежной зоне наблюдается с середины сентября по начало октября, то есть в течение 20 дней. Самые ранние сроки проявления полового возбуждения начинаются у оленей тундровой зоны, находящихся в более мягких условиях существования, в период с конца августа до середины сентября.

#### Библиографический список

1. Даянова Г. И. [и др.] Методика составления технологической карты, расчета нормативных затрат по стадному содержанию оленей в Республике Саха (Якутия). Якутск, 2017. 208 с.
2. Доцев А. В. [и др.] Изучение биоразнообразия популяций северного оленя Якутии с применением анализа однонуклеотидных полиморфизмов // Биотехнология: состояние и перспективы развития: материалы IX международного конгресса. 2017. С. 25–27.
3. Роббек Н. С., Абрамов А. Ф., Федоров В. И., Румянцева Т. Д. Применение породоспецифических особенностей адаптационных реакций домашних оленей в селекционно-племенной работе // Проблемы и перспективы развития северного домашнего оленеводства и ее роль в сохранении традиционного образа жизни коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего востока Российской Федерации: материалы Всероссийской научно-практической конференции в рамках мероприятий IV съезда оленеводов Российской Федерации. 2017. С. 97–99.
4. Слепцов Е. С. [и др.] Применение живой слабоагглютиногенной вакцины из штамма *V. abortus* 82 при иммунопрофилактике бруцеллеза северных оленей // Аграрный вестник Урала. 2015. № 2 (132). С. 26–27.
5. Слепцов Е. С. [и др.] Иммуногенность вакцин из штаммов *V. abortus* 19 и 82, *V. suis* 61 для северных оленей при различных методах введения // Аграрный вестник Урала. 2014. № 8 (126). С. 21–22.
6. Федоров В. И. [и др.] К вопросу адаптации северных домашних оленей эвенской породы к горно-таежной зоне северо-востока России // Генетика и разведение животных. 2018. № 1. С. 115–121.
7. Федоров В. И., Роббек Н. С., Румянцева Т. Д. Зоотехнические параметры эвенской эвенкийской пород оленей Республики Саха (Якутия) // Векторы развития науки: сборник статей студентов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей. 2015. С. 57–59.
8. Федоров В. И. [и др.] Особенности воспроизводительной функции северных животных в Республике Саха (Якутия). Новосибирск: АНС «СибАК», 2018. 214 с.
9. Харзинова В. Р. [и др.] Популяционно-генетическая характеристика домашнего северного оленя в Республике Якутия на основании полногеномного *snp*-анализа // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 4. С. 669–678.
10. Fedorov V. I. [et al.] On adapting domestic even reindeer to the mountain-taiga zone of the north-east of Russia // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018. Т. 10. No. 7. Pp. 1660–1662.

#### Об авторах:

Евгений Семенович Слепцов<sup>1</sup>, доктор ветеринарных наук, профессор, главный научный сотрудник  
 Николай Васильевич Винокуров<sup>1</sup>, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник, [nikolaivin@mail.ru](mailto:nikolaivin@mail.ru)  
 Валерий Иннокентьевич Федоров<sup>1</sup>, кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник  
<sup>1</sup> Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М. Г. Сафронова, Якутск, Россия

## The study of the timing of calving and breeding domesticated reindeer in different areas of the Republic of Sakha (Yakutia)

E. S. Sleptsov<sup>1</sup>, N. V. Vinokurov<sup>1</sup>✉, V. I. Fedorov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M. G. Safronov, Yakutsk, Russia

✉E-mail: [nikolaivin@mail.ru](mailto:nikolaivin@mail.ru)

**Abstract.** The article presents the materials of physiological bases of intensification of reproduction of deer conducted in three periods of research: 1 – in the period of active sexual season (August – November); 2 – in the period of fruiting (October – April – May); 3 – in the period of calving and postpartum period (April – June). During calving the whole breeding stock of

the reindeer herd was monitored with the help of experienced shepherds. The number of daily calving were taken into account by the marking of the newborn. In the postpartum stage, attention was paid to the behavior of the important, the mother's attitude to the newborn, the time of the first sucking, the timing of the separation of the afterbirth. From the given examples it is clear that the deer rut does not end in October – November, some does can be covered in December – January. In reindeer husbandry, as a rule, free mating is used. One of the choir – the manufacturer accounts for 12–18 does. The chorus is easy to find a actually female in the hunt and stalking her prior to coating. Terms calving and rut in different ulus of the Republic of Sakha (Yakutia), located in different climatic zones, vary. So the earliest terms of manifestation of sexual excitement begins at deer of breed Hargin of the Nizhnekolymskiy ulus which are in softer conditions of existence, in the period from August 22 to September 20, and mass (91,4 %) – from August 22 to September 10. Then begins the rut of deer in the Momskiy ulus (Alpine zone) and Haryyalakh herds of Olenek ulus (taiga zone), which lasts from 6 September to 10–15 October, and the mass (94 %) – from 11–15 September to 30 September – 5 October. However, the individual does births occur in June – August and even in September. In the study of the pregnant state of important women, we found inappropriate pregnancy at certain times.

**Keywords:** reindeer, reindeer herding, reproduction, rut, calving, herd, mating.

**For citation:** Sleptsov E. S., Vinokurov N. V., Fedorov V. I. Izucheniye srokov otela i gona domashnikh severnykh oleney v razlichnykh zonakh Respubliki Sakha (Yakutiya) [The study of the timing of calving and breeding domesticated reindeer in different areas of the Republic of Sakha (Yakutia)] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 8 (187). Pp. 45–49. DOI: 10.32417/article\_5d908d29e28568.13770453. (In Russian.)

### References

1. Dayanova G. I. [et al.] Metodika sostavleniya tekhnologicheskoy karty, rascheta normativnykh zatrat po stadnomu sodержaniyu oleney v Respublike Sakha (Yakutiya) [Method of drawing up the technological map, calculation of standard costs on herd content of deer in the Republic of Sakha (Yakutia)]. Yakutsk, 2017. 208 p.
2. Dotsev A. V. [et al.] Izucheniye bioraznoobraziya populyatsiy severnogo olenya Yakutii s primeneniym analiza odnonukleotidnykh polimorfizmov [Study of the biodiversity of populations of reindeer of Yakutia with the use of analysis of single-nucleotide polymorphisms] // Biotekhnologiya: sostoyaniye i perspektivy razvitiya: materialy IX mezhdunarodnogo kongressa. 2017. Pp. 25–27.
3. Robbek N. S., Abramov A. F., Fedorov V. I., Rumyantseva T. D. Primneniye porodospetsificheskikh osobennostey adaptatsionnykh reaktsiy domashnikh oleney v selektsionno-plemennoy rabote [Application portspecific peculiarities of adaptive reactions of the domesticated reindeer in the selection and breeding work] // Problemy i perspektivy razvitiya severnogo domashnego olenevodstva i eye rol' v sokhraneni i traditsionnogo obraza zhizni korennykh malochislennykh narodov Severa, Sibiri i Dal'nego vostoka Rossiyskoy Federatsii: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v ramkakh meropriyatiy IV s"yezda olenevodov Rossiyskoy Federatsii. Yakutsk, 2017. Pp. 97–99.
4. Sleptsov E. S. [et al.] Primneniye zhivoy slaboagglyutinogennoy vaksiny iz shtamma B. abortus 82 pri immunoprofilaktike brutselleza severnykh oleney [Application of live low-agglutinogenic vaccine from strain B. abortus 82 in immunoprophylaxis of brucellosis of reindeer] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2015. No. 2 (132). Pp. 26–27.
5. Sleptsov E. S. [et al.] Immunogennost' vaksin iz shtammov B. abortus 19 i 82, B. suis 61 dlya severnykh oleney pri razlichnykh metodakh vvedeniya [Immunogenicity of the vaccine from strains B. abortus 19 and 82, B. suis 61 the reindeer with different methods of introduction] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2014. No. 8 (126). Pp. 21–22.
6. Fedorov V. I. [et al.] K voprosu adaptatsii severnykh domashnikh oleney evenskoj porody k gorno-tayezhnoy zone severovostoka Rossii [To the question of adaptation of the Northern domestic deer of the even breed to the mountain taiga zone of the North-East of Russia] // Genetics and breeding of animals. 2018. No. 1. Pp. 115–121.
7. Fedorov V. I., Robbek N. S., Rumyantseva T. D. Zootekhnicheskiye parametry evenskoj evenkiyskoj porod oleney Respubliki Sakha (Yakutiya) [Zootechnical parameters of Evenk deer breeds of the Republic of Sakha (Yakutia)] // Vektory razvitiya nauki: sbornik statey studentov, aspirantov, molodykh uchenykh i prepodavateley. 2015. Pp. 57–59.
8. Fedorov V. I. [et al.] Osobennosti vosproizvoditel'noy funktsii severnykh zhivotnykh v Respublike Sakha (Yakutiya) [Features of reproductive function of Northern animals in the Republic of Sakha (Yakutia)]. Novosibirsk: ANS „Sibak“, 2018. 214 p.
9. Kharzinova V. R. [et al.] Populyatsionno-geneticheskaya kharakteristika domashnego severnogo olenya v Respublike Yakutiya na osnovanii polnogenomnogo snp-analiza [Population genetic characteristics of domestic reindeer in the Republic of Yakutia on the basis of genome-wide snp analysis] // Agricultural biology. 2017. Vol. 52. No. 4. Pp. 669–678.
10. Fedorov V. I. [et al.] On adapting domestic even reindeer to the mountain-taiga zone of the north-east of Russia // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018. T. 10. No. 7. Pp. 1660–1662.

### Authors' information:

Evgeniy S. Sleptsov<sup>1</sup>, doctor of veterinary science, professor, chief researcher

Nikolay V. Vinokurov<sup>1</sup>, doctor of veterinary science, chief researcher, [nikolaivin@mail.ru](mailto:nikolaivin@mail.ru)

Valeriy I. Fedorov<sup>1</sup>, candidate of veterinary science, leading researcher

<sup>1</sup> Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M. G. Safronov, Yakutsk, Russia



## Кормовая добавка протеолитического действия в составе комбикорма для цыплят-бройлеров

Е. В. Шацких<sup>1</sup>✉, О. В. Молоканова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: evshackih@yandex.ru

**Аннотация.** Включение экзогенных энзимов в рацион бройлеров все более интенсифицируется с целью максимального использования питательных веществ в организме птицы и снижения затрат на корма. Стратегическое использование ферментов должно осуществляться с корректным вводом этих кормовых продуктов, поскольку использование неадекватных (высоких) питательных матриц, то есть пересчет рациона с высоким снижением энергии и аминокислот, может ослабить действие фермента на продуктивные качества птицы и даже нейтрализовать получение планируемой выгоды от его включения. В проведенном нами научно-хозяйственном эксперименте было изучено влияние протеолитического фермента «Энзинат Гроу 125» на продуктивность и морфо-гистологическое состояние двенадцатиперстной кишки цыплят-бройлеров. Установлено, что ввод протеазы «Энзинат Гроу 125» дополнительно к основному рациону цыплят-бройлеров без снижения питательности по сырому протеину и усвояемым аминокислотам оказывает положительное влияние на поддержание целостности кишечных ворсинок, способствуя повышению функциональной активности данного органа, обеспечивая увеличение живой массы бройлеров и самое эффективное расходование корма на 1 кг прироста живой массы среди всех подопытных групп. Использование «Энзинат Гроу 125» в рационе со снижением питательности по сырому протеину и усвояемым аминокислотам в соответствии с матрицей на 2,5 % характеризуется хорошим состоянием гистологической картины двенадцатиперстной кишки, при этом птица показала наибольший прирост живой массы в сравнении с контрольной и другими опытными группами. Применение «Энзинат Гроу 125» в рационах бройлеров со снижением питательности в соответствии с матрицами на 5 и 7,5 % по сырому протеину и усвояемым аминокислотам по совокупности изучаемых показателей было неэффективным.

**Ключевые слова:** ферменты, протеаза, цыплята-бройлеры, морфология двенадцатиперстной кишки, матрицы питательности, живая масса, конверсия корма.

**Для цитирования:** Шацких Е. В., Молоканова О. В. Кормовая добавка протеолитического действия в составе комбикорма для цыплят-бройлеров // Аграрный вестник Урала. 2019. № 8 (187). С. 50–54. DOI: 10.32417/article\_5d908d82c66c44.30527886.

**Дата поступления статьи:** 08.06.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Многочисленные исследования в области кормления птицы в последние годы были в основном сосредоточены на улучшении доступности энергии рациона с гораздо меньшим акцентом на доступность белка и аминокислот [1, 2, 5, 8]. Использование протеолитических ферментов может быть использовано для снижения протеина в корме, при сохранении продуктивности бройлеров [3, 4, 6, 7]. При этом стратегическое использование ферментов должно осуществляться с корректным вводом ферментных продуктов, поскольку использование неадекватных (высоких) питательных матриц, то есть пересчет рациона с высоким снижением и сокращением энергии и аминокислот, может ослабить действие фермента на продуктивные качества птицы и даже нейтрализовать получение планируемой выгоды от его включения [6, 9, 10]. Введение добавки протеазы в корма может позволить более рационально использовать протеин кормов, а именно заменять до 7 % протеина рациона или до 10 % усвояемых аминокислот. Кроме того, протеолитические ферменты оказывают положительное влияние на состояние кишечника животных, способствуют снижению вязкости содержимого кишечника, стимулируют рост молодняка и его жизнеспособность [3, 7, 9].

**Цель работы** – изучение влияния экзогенного фермента «Энзинат Гроу 125» на продуктивность цыплят-бройлеров и морфологическое состояние кишечника птицы.

### Методология и методы исследования (Methods)

Экспериментальная часть работы осуществлялась в промышленных условиях ООО «ЛИСКоБройлер» ГК Черкизово Лискинского района Воронежской области на цыплятах-бройлерах кросса Росс-308. Согласно схеме научно-хозяйственного опыта было сформировано 5 групп цыплят-бройлеров: контрольная и 4 опытные, по 40 голов в каждой группе.

Контрольная группа получала основной рацион (ОР) – полнорационный комбикорм, зерновая часть которого в стартовый, ростовой и финишный периоды была представлена пшеницей и кукурузой в различных соотношениях в соответствии с технологическим периодом. Птица I опытной группы потребляла основной рацион, питательность которого была снижена в соответствии с матрицей, рекомендуемой производителем фермента, на 2,5 % по сырому протеину и усвояемым аминокислотам, без добавления фермента «Энзинат Гроу 125». Бройлеры II опытной группы получали основной рацион (без снижения питательности по сырому протеину и усвояемым аминокислотам) с добавлением фермента «Энзинат Гроу

125» в количестве 200 г/т комбикорма. Цыплятам III опытной группы скармливали рацион со сниженной питательностью по сырому протеину и усвояемым аминокислотам в соответствии с матрицей на 2,5% и с добавлением «Энзинат Гроу 125» в количестве 200 г/т комбикорма. У бройлеров IV опытной группы питательность основного рациона была снижена в соответствии с матрицей на 5 % по сырому протеину и усвояемым аминокислотам с вводом протеазы «Энзинат Гроу 125» в количестве 200 г/т комбикорма. Цыплята-бройлеры V опытной группы получали основной рацион, питательность которого была снижена в соответствии с матрицей на 7,5 % по сырому протеину и усвояемым аминокислотам и включена дополнительно протеаза «Энзинат Гроу 125» в количестве 200 г/т комбикорма. Протеазу вводили в комбикорм птицы на протяжении всего цикла выращивания – 39 дней.

Подопытная птица выращивалась напольно в специально подготовленных мини-изоляторах. Живая масса цыплят при посадке на опыт в суточном возрасте составляла в среднем 42 г.

В 24-дневном возрасте из каждой группы было отобрано по 3 петушка-бройлера с живой массой, соответствующей среднему значению по группе. Птицу подвергли принудительному убою с последующим взятием на микроскопическое исследование части двенадцатиперстной кишки. Материал подготавливали методом фиксации в 10-процентном водном растворе нейтрального формалина и дальнейшим приготовлением гистосрезов толщиной 5–7 мкм на микротоме МНС-2 и окрашиванием их для обзорных целей гематоксилином Майера и эозином.

## Результаты (Results)

Результаты исследований показали что ввод протеазы в рацион без снижения питательности по сырому протеину и усвояемым аминокислотам с суточного возраста и до конца откорма оказывает положительное влияние на живую массу птицы. Так, во II опытной группе данный показатель в 39 дней превышал контрольное значение на 0,2 % (рис. 1). Птица III опытной группы, получавшая рацион с минимальным снижением питательности по сырому протеину и усвояемым аминокислотам в соответствии с матрицей на 2,5 % и с одновременным добавлением «Энзинат Гроу 125» 200 г/т комбикорма, характеризовалась из всех опытных групп самой высокой живой массой, данный показатель превышал контрольное значение на 1,2 %.

Бройлеры остальных опытных групп отставали по живой массе от контрольных аналогов: в I опытной группе – на 1,2 % ( $p < 0,001^{***}$ ); в IV опытной группе – на 2,1 %; в V опытной группе – на 6,0% ( $p < 0,001^{***}$ ).

Анализ затрат корма на 1 кг прироста живой массы подопытной птицей показал (рис. 2), что наименьшими они были во II опытной группе (при вводе протеазы в рацион без снижения питательности по сырому протеину и усвояемым аминокислотам) и составил 1,668 кг, что ниже контроля на 0,036 кг. У бройлеров III опытной группы, получавшей рацион со сниженной питательностью по сырому протеину и усвояемым аминокислотам в соответствии с матрицей на 2,5 % и с добавлением «Энзинат Гроу 125» 200 г/т комбикорма, этот показатель также был ниже контроля и составил 1,670 кг, что ниже контрольного значения на 0,034 кг. Лучшие результаты II и III опытных групп

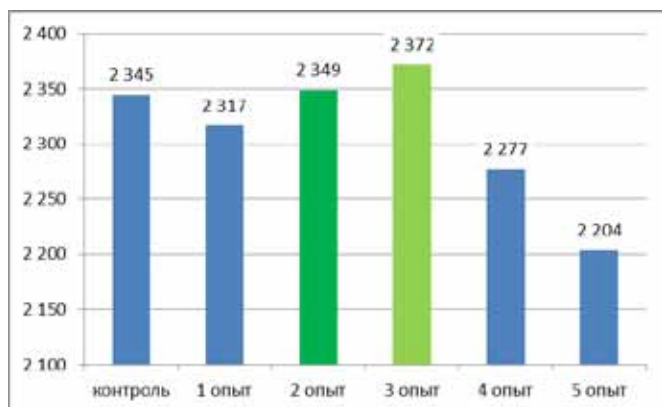


Рис. 1. Живая масса цыплят-бройлеров в возрасте 39 дней

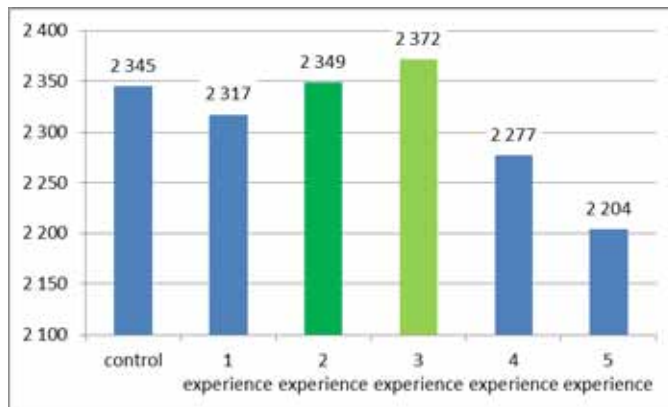


Fig. 1. The live weight of broiler chickens at the age of 39 days

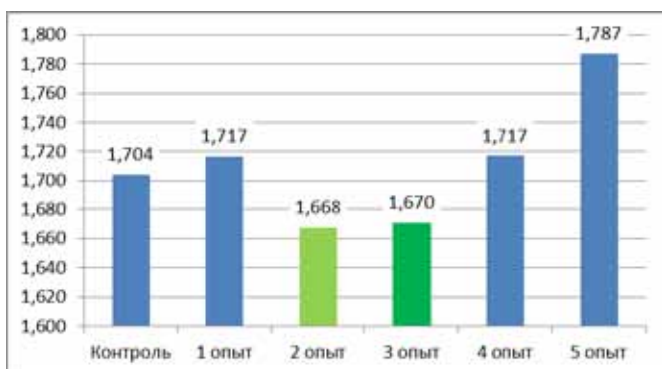


Рис. 2. Затраты корма на 1 кг прироста живой массы цыплятами-бройлерами

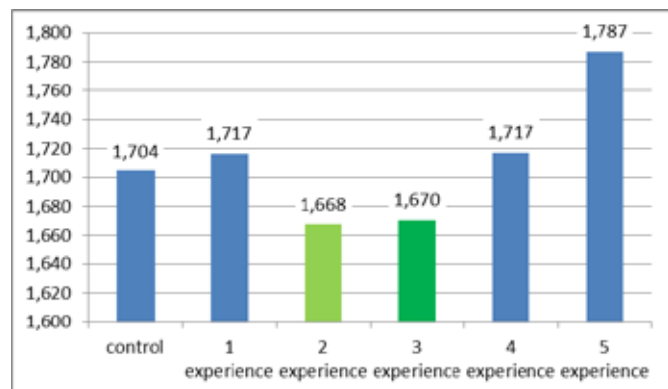


Fig. 2. The cost of feed for 1 kg of live weight gain for broiler chickens, kg



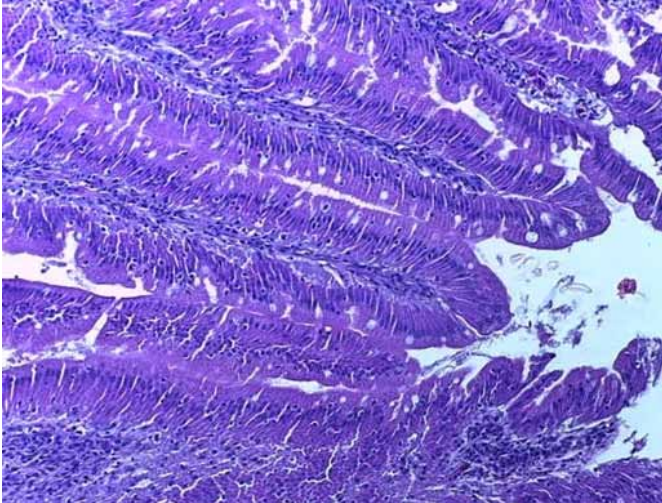


Рис. 3. Гистокартина двенадцатиперстной кишки – щеточная кайма цыплят контрольной группы. Возраст 24 дня. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. ×400

Fig. 3. Histological picture of duodenum – brushing the fringe of chickens in the control group. Age 24 days. Stained with hematoxylin and eosin. H. ×400

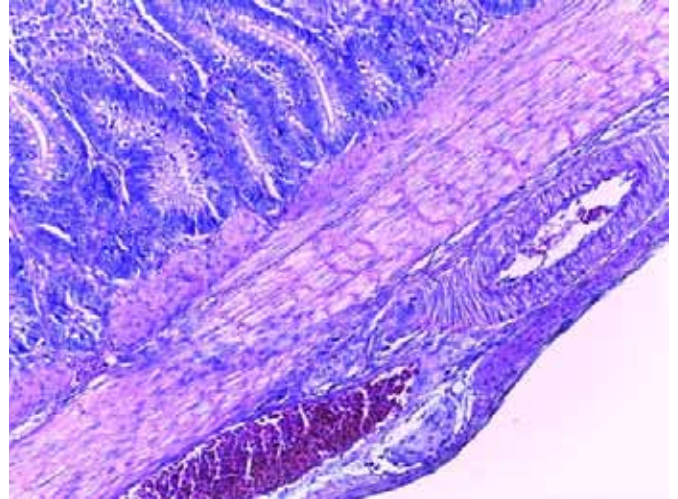


Рис. 4. Гистокартина двенадцатиперстной кишки – утолщение стенки и гиперемия сосудов у цыплят I опытной группы. Возраст 24 дня. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. ×400

Fig. 4. Histological picture of duodenal – wall thickening and hyperemia of the vessels in chickens of I experimental group. Age 24 days. Stained with hematoxylin and eosin. H. ×400

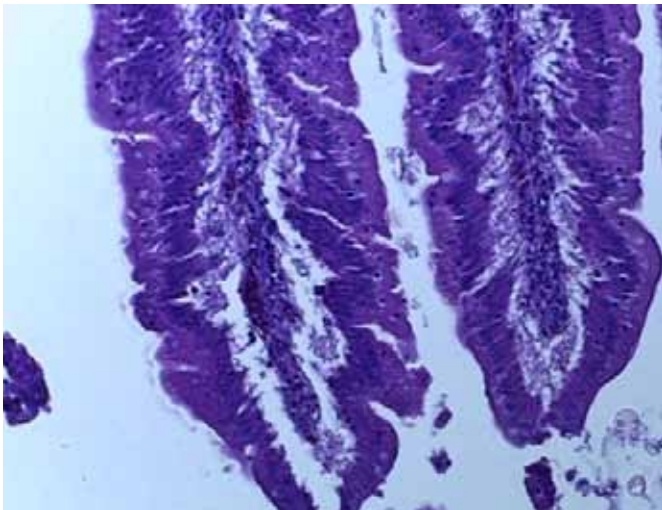


Рис. 5. Гистокартина двенадцатиперстной кишки цыплят II опытной группы. Возраст 24 дня. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. ×400

Fig. 5. Histological picture of duodenum chickens of II experimental group. Age 24 days. Stained with hematoxylin and eosin. H. ×400

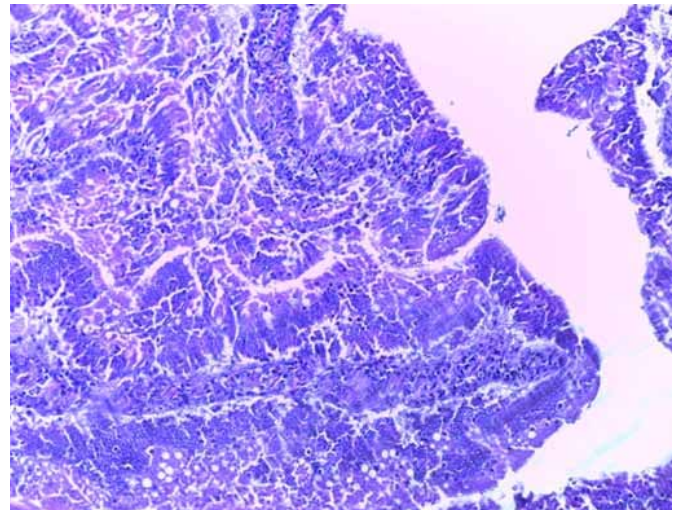


Рис. 6. Гистокартина двенадцатиперстной кишки – щеточная кайма в эпителиоцитах цыплят 3 опытной группы. Возраст 24 дня. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. ×400

Fig. 6. Histological picture of duodenum – brush border in epithelial cells of chickens of III experimental group. Age 24 days. Stained with hematoxylin and eosin. H. ×400

по затратам корма свидетельствуют о более высокой переваримости и использовании питательных веществ комбикорма птицей, что обеспечило наиболее высокий прирост живой массы цыплят в этих группах. В I, IV и V опытных группах в сравнении с контролем затраты корма были выше на 0,013–0,083 кг.

При исследовании препаратов двенадцатиперстной кишки цыплят-бройлеров контрольной группы установлено, что или орган находится в состоянии слизистого катара, или имеют место очаги катарально-гнойного воспаления, при этом щеточная кайма большинства эпителиальных клеток ворсин была сохранена (рис. 3).

В I опытной группе, потреблявшей рацион с пониженной питательностью рациона без ввода протеазы, в двенадцатиперстной кишке отмечено утолщение стенки, сосуды были гиперемизированы, отмечена гиперсекреция желез (рис. 4).

При исследовании двенадцатиперстной кишки цыплят-бройлеров 2 опытной группы, потреблявших основной рацион без снижения питательности по сырому протеину и усвояемым аминокислотам с добавлением протеазы, в 12-перстной кишке отмечено сохранение щеточной каймы, размеры ворсин были однородные, ядра эпителиальных клеток равномерно расположены (рис. 5).

При исследовании двенадцатиперстной кишки цыплят-бройлеров III опытной группы в двенадцатиперстной кишке отмечено увеличение поверхности ворсин, при этом щеточная кайма эпителиоцитов была либо сохранена, либо размыта (рис. 6).

Группа бройлеров, не потреблявшая протеазу (I опытная) при снижении питательности в соответствии с матрицей, рекомендуемой производителем фермента, на 2,5 % по сырому протеину и усвояемым аминокислотам, без добавления фермента «Энзинат Гроу 125», а также IV и V опытные группы, где питательность рациона была снижена соответственно с матрицами на 5,0 и 7,5 % по сырому протеину и усвояемым аминокислотам с добавлением «Энзинат Гроу 125» (200 г/т), показали удовлетворительное состояние ворсинок. В двенадцатиперстной кишке цыплят данных групп наблюдались воспалительные процессы, переходящие в хронические, с разрастанием соединительной ткани между ворсинами.

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, на основании проведенных исследований, можно сделать вывод, что ввод протеазы «Энзинат

Гроу 125» дополнительно к основному рациону цыплят-бройлеров без снижения питательности по сырому протеину и усвояемым аминокислотам оказывает положительное влияние на поддержание целостности кишечных ворсинок, способствуя повышению функциональной активности данного органа, обеспечивая повышение живой массы бройлеров и самое эффективное расходование корма на 1 кг прироста живой массы среди всех подопытных групп. Использование «Энзинат Гроу 125» в рационе со снижением питательности по сырому протеину и усвояемым аминокислотам в соответствии с матрицей на 2,5 % характеризуется хорошим состоянием гистологической картины двенадцатиперстной кишки, при этом птица показала наибольший прирост живой массы в сравнении с контрольной и другими опытными группами. Применение «Энзинат Гроу 125» в рационах бройлеров со снижением питательности в соответствии с матрицами на 5 и 7,5 % по сырому протеину и усвояемым аминокислотам по совокупности изучаемых показателей было неэффективным.

#### Библиографический список

1. Гагкоева Н. А. Эффективность применения пробиотика и мультиэнзимных композиций в кормлении цыплят-бройлеров: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02. Владикавказ, 2009. 178 с.
2. Демидюк И. В. Структурные основы функционального разнообразия протеолитических ферментов: дис. ... д-ра хим. наук: 03.01.06. Москва, 2012. 199 с.
3. Инструкция по применению «Энзинат Гроу 125» [Электронный ресурс]. URL: [https://galen.vetrf.ru/#/registry/feed/registry?page=1&f\\_name=%D0%AD%D0%BD%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%82%20%D0%93%D1%80%D0%BE%D1%83%20125](https://galen.vetrf.ru/#/registry/feed/registry?page=1&f_name=%D0%AD%D0%BD%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%82%20%D0%93%D1%80%D0%BE%D1%83%20125) (дата обращения: 24.05.2019).
4. Lemosde Moraes M., Cardinal K. M., Andretta I., Santin E. Effect of a protease on performance and intestinal health of broiler chickens fed a standard diet or a low – density diet. 17–20 July 2017. Orlando World Center Marriott, Orlando, Florida.
5. Lahaye L., Tactacan G., Gauthier R., Detzler D. Protease benefits laying hens during heat stress, 2016. Poster Jefo: Bodin Jefo Nutrition Inc., Saint-Hyacinthe, Quebec, Canada.
6. Lahaye L., Detzler D., Bodin J. C., and Bilodeau R., Comparison of proteases added on top of commercial pelleted diets reduced in CP, AA, and energy [e-resource]. URL: <https://www.poultryscience.org/psa14/abstracts/toc.htm> (Metabolism and Nutrition–Enzymes: abstracts 181–196, p. 65) (access date: 24.05.2019).
7. Moraes M. L., Cardinal K. M., Andretta I., Santin E., Bodin J. C., Lahaye L., Ribeiro A. M. L., Performance and intestinal health of broiler chickens supplemented with a protease and fed a standard diet or a low-density diet // 29th annual Australian poultry science symposium Sydney, new south Wales. P. 29.
8. Pasquali G. A. M., Oliveira R. F., Aiello P. A. B., Polycarpo G. do V., Crivellari R., Cruz-Polycarpo V. C. Performance and economic viability of broiler chicken fed diets with multienzyme complexes [e-resource] // Acta Scientiarum Animal Sciences. 2017. T. 39. No. 1. URL: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1807-86722017000100091](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-86722017000100091) (access date: 23.05.2019).
9. The Use of Protease Enzyme in Poultry Diets – factors to consider for optimum results. 2014. Bangkok International Trade and Exhibition Center Glenmer Tactacan, Ph. D. – Technical Support Manager.
10. Yu B., Wu S. T., Liu C. C., Gauthier Robert, Chiou Peter W. S. Effects of enzyme inclusion in a maize-soybean diet on broiler performance // Animal Feed Science and Technology. 2007. Vol. 134. Issues 3–4. Pp. 283–294.

#### Об авторах:

Елена Викторовна Шацких<sup>1</sup>, доктор биологических наук, профессор, [evshackih@yandex.ru](mailto:evshackih@yandex.ru)  
Оксана Владимировна Молоканова<sup>1</sup>, аспирант

<sup>1</sup> Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия



## Feed additive proteolytic action in the composition of feed for broiler chickens

E. V. Shatskikh<sup>1</sup>✉, O. V. Molokanova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: [evshackih@yandex.ru](mailto:evshackih@yandex.ru)

**Abstract.** The inclusion of exogenous enzymes in the diet of broilers is increasingly intensified in order to maximize the use of nutrients in the body of the bird and reduce feed costs. The strategic use of enzymes should be carried out with the correct input of these feed products, since the use of inadequate (high) nutrient matrices, i. e. recalculation of the diet with high energy and amino acid loss, can weaken the effect of the enzyme on the poultry's productive qualities and even neutralize the planned benefits from their inclusion. In our scientific and economic experiment, we studied the effect of the proteolytic enzyme „Enzimat Grow 125“ on the productivity and morpho-histological state of the duodenum of broiler chickens. It has been established that the addition of „Enzimat Grou 125“ protease in addition to the basic diet of broiler chickens without compromising nutritional value on raw protein and digestible amino acids, has a positive effect on maintaining the integrity of intestinal villi, which probably allows the bird to assimilate more nutrients to feed, contributing to an increase in productive indicators and effective feed consumption per 1 kg increase in live weight. The use of „Enzimate Grow 125“ in the diet with a decrease in nutritional value of raw protein and digestible amino acids in accordance with the matrix by 2.5 % is characterized by high live weight of broiler chickens, low feed conversion, good duodenal morpho-histological condition. The use of „EnzimatGrow 125“ in diets with a decrease in nutritional value in accordance with the matrix by 5 and 7.5 % for raw protein and digestible amino acids in the totality of the studied parameters was not effective.

**Keywords:** enzymes, protease, broiler chickens, the morphology of duodenal nutrient matrix, live weight, feed conversion.

**For citation:** Shatskikh E. V., Molokanova O. V. Kormovaya dobavka proteoliticheskogo deystviya v sostave kombikorma dlya tsyplyat-broylerov [Feed additive proteolytic action in the composition of feed for broiler chickens] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 8 (187). Pp. 50–54. DOI:10.32417/article\_5d908d82c66c44.30527886. (In Russian.)

### References

1. Gagkoeva N. A. Effektivnost' primeneniya probiotika i mul'tienzimnykh kompozitsiy v kormlenii tsyplyat-broylerov: dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.02.02 [Efficiency of application of probiotics and multienzyme compositions in feeding broiler chickens: dissertation of the candidate of agricultural sciences: 06.02.02]. Vladikavkaz, 2009. 178 p. (In Russian.)
2. Demidyuk I. V. Strukturnyye osnovy funktsional'nogo raznoobraziya proteoliticheskikh fermentov: dis. ... d-ra khim. nauk: 03.01.06 [Structural bases of the functional diversity of proteolytic enzymes: dissertation ... doctor of chemical sciences: 03.01.06]. Moscow, 2012. 199 p. (In Russian.)
3. Instruktsiya po primeneniyu „Enzimat Grou 125“ [Instructions for use Enzimat Grow 125] [e-resource]: [https://galen.vetrf.ru/#/registry/feed/registry?page=1&f\\_name=%D0ADADADD0%BD%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%82%20%D0%93%D1%80%D0%BE%D1%83%20125](https://galen.vetrf.ru/#/registry/feed/registry?page=1&f_name=%D0ADADADD0%BD%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D1%82%20%D0%93%D1%80%D0%BE%D1%83%20125) (access date: 05.24.2019). (In Russian.)
4. Lemosde Moraes M., Cardinal K. M., Andretta I., Santin E. Effect of a protease on performance and intestinal health of broiler chickens fed a standard diet or a low – density diet. 17–20 July 2017. Orlando World Center Marriott, Orlando, Florida.
5. Lahaye L., Tactacan G., Gauthier R., Detzler D. Protease benefits laying hens during heat stress, 2016. Poster Jefo: Bodin Jefo Nutrition Inc., Saint-Hyacinthe, Quebec, Canada.
6. Lahaye L., Detzler D., Bodin J. C., and Bilodeau R., Comparison of proteases added on top of commercial pelleted diets reduced in CP, AA, and energy [e-resource]. URL: <https://www.poultryscience.org/psa14/abstracts/toc.htm> (Metabolism and Nutrition–Enzymes: abstracts 181–196, p. 65) (access date: 24.05.2019).
7. Moraes M. L., Cardinal K. M., Andretta I., Santin E., Bodin J. C., Lahaye L., Ribeiro A. M. L., Performance and intestinal health of broiler chickens supplemented with a protease and fed a standard diet or a low-density diet // 29th annual Australian poultry science symposium Sydney, new south Wales. P. 29.
8. Pasquali G. A. M., Oliveira R. F., Aiello P. A. B., Polycarpo G. do V., Crivellari R., Cruz-Polycarpo V. C. Performance and economic viability of broiler chicken fed diets with multienzyme complexes [e-resource] // Acta Scientiarum Animal Sciences. 2017. T. 39. No. 1. URL: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1807-86722017000100091](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-86722017000100091) (access date: 23.05.2019).
9. The Use of Protease Enzyme in Poultry Diets – factors to consider for optimum results. 2014. Bangkok International Trade and Exhibition Center Glenmer Tactacan, Ph. D. – Technical Support Manager.
10. Yu B., Wu S. T., Liu C. C., Gauthier Robert, Chiou Peter W. S. Effects of enzyme inclusion in a maize-soybean diet on broiler performance // Animal Feed Science and Technology. 2007. Vol. 134. Issues 3–4. Pp. 283–294.

### Authors' information:

Elena V. Shatskikh<sup>1</sup>, doctor of biological sciences, professor, [evshackih@yandex.ru](mailto:evshackih@yandex.ru)

Oksana V. Molokanova<sup>1</sup>, postgraduate student

<sup>1</sup>Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

## Формирование пятого технологического уклада в сельском хозяйстве КБР: особенности, основные элементы и тенденции

Б. М. Бизенгин<sup>✉</sup>, Б. А. Кушхова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, Нальчик, Россия

✉E-mail: r3bizengin@mail.ru

**Аннотация.** последнее время сельское хозяйство во всем мире превращается в отрасль, с которой связывают рост и развитие национального хозяйства и мировой экономики. Его превращение в драйвер роста национального и мирового хозяйства связано с инновациями в технике и технологии, формированием полноценного V техноуклада. Важнейшим базисным элементом в системе V техноуклада выступает искусственный интеллект (ИИ). В развитых странах проникновение ИИ в сферу сельского хозяйства охватило самые широкие сектора и сегменты: от труда до технологий выращивания сельскохозяйственных культур и животных, их реализации и сбыта. Для отечественного сельского хозяйства проблема формирования V техноуклада и ИИ не нова. Другое дело, что наблюдаются, во-первых, фрагментирование включения ИИ в отрасль в целом, во-вторых, образование трансфертизации между различными отраслями и подотраслями, а также территориальными комплексами. Целью работы являются анализ практики формирования V техноуклада в сельском хозяйстве Кабардино-Балкарской Республики и выявление сильных и слабых мест существующей практики и формулировка предложений по преодолению существующих недостатков, связанных с переходом от фрагментированной к целостной системе V техноуклада. Эмпирическую базу исследования составили данные ТО ФСГС России по КБР, данные отчетов, проектов, программ МСХ КБР, а также выборочные обследования авторов, которые получены напрямую с объектов или из интернета. В качестве основного метода используется системный подход, в который адаптированы аналитические и дескриптивные методы. Результаты: 1) уточнены понятия V техноуклада и ИИ как его основного элемента; 2) описаны особенность и привлекательность сельского хозяйства для ИИ; 3) дан анализ использования ИИ в сельском хозяйстве КБР; 4) проведена классификация типов ИИ в сельском хозяйстве КБР; 5) выявлены проблемы, с которыми сталкивается существующее ИИ, и предложены направления преодоления этих проблем.

**Ключевые слова:** пятый техноулад, искусственный интеллект, сельское хозяйство Кабардино-Балкарии, селекционно-племенной центр, роботизированная ферма, овощной комплекс, интенсивные сады, «умное зерно».

**Для цитирования:** Бизенгин Б. М., Кушхова Б. А. Формирование пятого технологического уклада в сельском хозяйстве КБР: особенности, основные элементы и тенденции // Аграрный вестник Урала. 2019. № 8 (187). С. 55–64. DOI: 10.32417/article\_5d908e61b1e927.20488827.

**Дата поступления статьи:** 06.06.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

По мнению ведущих ученых, в настоящее время нынешняя цивилизация переходит к шестому технологическому укладу [32]. В промышленно развитых странах идет выработка отдельных элементов и структур нового техноуклада и одновременно дооформление пятого техноуклада. По данным отдельных источников, доля V техноуклада в экономике России составляет около 10 %, тогда как, например, у США 60 %, Японии 75 %. Примечательна также и «отраслевая география» пятого техноуклада. В экономике России основными отраслями данного техноуклада выступают сфера услуг, а также промышленность, отчасти транспорт, тогда как в развитых западных странах наблюдается относительно равномерное проникновение его технологий по отраслям. Таким образом, в российской экономике наблюдается своеобразная отраслевая локализация элементов и структур нового техноуклада, тогда как в западных мы видим фронтальное распространение инноваций и нововведений.

Для пятого техноуклада характерными элементами и структурами выступают микроэлектроника, спутниковая (и сотовая) связь, информатика, биотехнология, генная инженерия, новые виды энергии и материалов и т. п. Связь, информатика (а точнее – сигнальная система) посредством интернета производят объединение прежде разрозненных экономических агентов в единые сети устойчивых и динамичных образований (компаний). Одним из важнейших признаков развития пятого техноуклада является использование искусственного интеллекта (ИИ), который выступает одновременно и продуктом, и ресурсом нового техноуклада. ИИ выражает свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, традиционно считающиеся прерогативой человека. [19, 30]. Обычно выделяют два основных элемента ИИ: программу и материальный (технический) объект, способные решать творческие задачи. В первом случае речь идет о некотором алгоритме, способном самостоятельно принимать решения с учетом оценки и прогноза условий (вызовов). При этом неважно,

имеет ли программа материальный носитель или же она нематериальна, то есть написана на некотором материальном носителе или же выступает в качестве идеи, формулы и т. д. Во втором случае речь идет о материальном объекте с «вмонтированной» программой, который способен выполнять творческие задачи самостоятельно, то есть на основании оценки ситуации, ее прогноза принимать решение. (Принятие решения, таким образом, является важнейшим признаком ИИ.) В качестве материального объекта могут выступать привычные технические комплексы, (компьютеры, интернет и т. д.), но также и непривычные. Например, «умное зерно», которое способно реагировать на погодные, климатические, технические, технологические и даже социальные ситуации.

В настоящем исследовании мы рассматриваем ИИ с точки зрения целостной системы, в которой программа и материальный носитель (техническое средство или комплекс технических средств) способны осуществлять решение творческих задач, то есть таких, которые требуют самостоятельного принятия решений на основании анализа ситуации и проектирования перспектив с учетом получения положительного эффекта и без непосредственного прямого участия человека [19].

Другая особенность настоящего исследования – состояние и перспективы развития национального сельского хозяйства. Известно, что начиная с нового десятилетия, когда многие отрасли оказались в кризисе, сельское хозяйство выступило драйвером роста [3, 15, 28]. Сельское хозяйство стало важным поставщиком валюты; по данным официальной статистики, в 2016 году оно обошло по поступлению валюты экспорт вооружений. Выросла доля продукции сельского хозяйства в ВВП. Растет доля занятых в сельском хозяйстве, растут инвестиции в него и т. д. В то же время замечается, что основные достижения в области национального сельского хозяйства связаны преимущественно с традиционными производствами, то есть, по сути, идет наращивание производств за счет экстенсивного увеличения производственной базы: расширение сельскохозяйственных угодий, увеличение численности животных, благоприятные климатические и погодные условия, рост занятости населения и т. п.

Опыт развитых западных стран (Германии, Великобритании, Дании, Голландии и др.) показывает, что перевод национального сельского хозяйства на принципы нового технологического уклада с активным внедрением в основные сельскохозяйственные процессы (своеобразная передача их) ИИ позволяет наращивать объемы производства сельскохозяйственной продукции без наращивания традиционных (земля, рабочие руки) факторов (ресурсов) производства [7, 8, 9, 17, 25]. Этот опыт указывает на то, что данное направление, а не традиционное наращивание посевных площадей, рабочих рук и т. д. является глобальным трендом [21]. В международной конкуренции выигрывают те страны, которые, во-первых, первыми внедряют ИИ в национальное сельское хозяйство, во-вторых, сделают это внедрение более глубоким и широким [1, 2, 12]. В статье описывается опыт внедрения элементов ИИ в практике сельского хозяйства Кабардино-Балкарской Республики.

Сельское хозяйство КБР является, во-первых, одним из технологически и организационно передовых на Северном Кавказе и в России, во-вторых, овощеводство, плодородство, а также отдельные сегменты в зерноводстве (гибридные сорта кукурузы) входят в пул технологически наиболее продвинутых в России. В КБР в 2016 году было произведено свыше 1300 кг зерна на душу населения. По урожайности зерновых (56,6 ц/га) республика занимает I-II места (вровень с Краснодарским краем). По валовому сбору овощей – VIII место, плодов и ягод – IV место. При этом доля посевных площадей составляет всего около 0,4 % от общей посевной площади России. По поголовью КРС – XXII место, овец и коз – XIII место, производству молока – XXV место и т. д. Основным источником роста производства сельскохозяйственной продукции выступают современные технологии, используемые в сельском хозяйстве республики. Важным сегментом в технологическом укладе выступает ИИ. В сельском хозяйстве КБР ИИ используется в ряде направлений и секторах, и хотя использование ИИ не носит так называемый фронтальный характер (оно скорее фрагментарно и локализовано), но, во-первых, имеются определенные достижения, которые могут быть расширены и углублены в реальной практике, во-вторых, направления, которые могут быть пролонгированы. В частности, речь идет о научных экспериментах, которые могут быть внедрены в практику и давать результат не только сугубо научный, но и прикладной. Анализ достижений и прогнозированию перспектив посвящена настоящая статья.

#### Методология и методы исследования (Methods)

Теоретико-методологическую основу настоящего исследования составляют работы классиков технико-технологического уклада, а также положения, формируемые компьютерными науками и науками в области искусственного интеллекта [12, 19, 29, 32]. В качестве основного метода используется системный подход, в который адаптированы аналитические и дескриптивные методы.

#### Результаты (Results)

Как показано в ряде работ по состоянию и перспективе развития сельского хозяйства КБР [22, 27], главным двигателем роста в новом десятилетии выступала активная модернизация таких секторов, как овощеводство, плодородство, зерноводство, свиноводство, птицеводство, а также отдельных сегментов скотоводства (главным образом КРС). Именно массивный приток в сельское хозяйство КБР новых технологий и инвестиций в 2000-е годы создал новый тренд в развитии регионального сельского хозяйства, обеспечив более высокую урожайность, продуктивность и в целом совокупную ресурсную производительность. В работах отечественных исследователей нынешняя модель регионального сельского хозяйства условно определена как модель секторальной индустриализации [31], особенность которой заключается в том, что индустриализация (по-видимому, правильно будет определить ее как реиндустриализацию) сельского хозяйства производилась избирательно по секторам, а не тотально по сельскому хозяйству в целом, его основным отраслям, укладам или территориальным комплексам. Причина такой избирательности заключается, в первую очередь, в

эффективности вложений, но также в ограниченности инвестиций. Модернизировались те сектора, которые давали максимально быстрый и большой возврат вложений. Поэтому окупаемость стала главным критерием реиндустриализации сельского хозяйства КБР. Другой особенностью выступает наличие так называемых свободных средств на реиндустриализацию. Здесь главным источником выступили государственные инвестиции, которые были получены по линии разного уровня госпрограмм [27]. Проведенные преобразования обеспечили соответствующее место сельскому хозяйству КБР в национальном сельском хозяйстве России и в экономике КБР. Но при этом уже сегодня проявляются и ее недостатки, которые со временем будут нарастать и порождать негативные тенденции. От укладов, подотраслей до секторов и сегментов обнаруживается разрыв в уровне технологического и институционального развития. Одни сектора, подотрасли и уклады работают по новой технологии и хозяйственной парадигме, тогда как другие остались в рамках архаичных отношений. Но эти последние, располагая все еще достаточно большим ресурсным потенциалом, под действием конкуренции в нынешних условиях тормозят общее развитие отрасли.

В этих условиях, во-первых, требуется расширить и совершенствовать рыночный механизм во всех укладах, подотраслях, секторах и сегментах. Во-вторых, стимулировать институциональное разнообразие субъектов хозяйствования: предприятий, фирм, компаний, концернов, холдингов и проч. Для чего необходимо создать в них высокотехнологичные с современным менеджментом, логистикой и маркетингом предприятия, фирмы и компании, которые могли бы выступить своеобразными центрами организации данных сегментов, секторов, подотраслей, конкурирующих как на внутреннем, так и на внешнем рынках. Очевидно, что они начнут спонтанно формировать длинные хозяйственные цепи с аналогичными институтами в других подотраслях, секторах и сегментах и тем самым сформируется новая архитектура сельского хозяйства.

Важным элементом с реиндустриализации сельского хозяйства КБР является внедрение ИИ. На основе анализа состояния внедрения различных элементов и структур V техноуклада в сельское хозяйство КБР нами выделено четыре основных типа и несколько подтипов (подвидов) ИИ.

Первый тип, условно названный нами адаптирующимся, характеризуется учетом ограниченного количества факторов и условий и линейным алгоритмом, основанным на отклонениях реального состояния учитываемых параметров от нормативных, и заранее оговоренными значениями отклонений. Факторы, как и алгоритм поведения, заложены в программе. Программа не может регулировать сами параметры, а функционирует лишь в пределах заданных параметров и допустимых отклонений. Данный тип ИИ нашел применение в отдельных сегментах животноводства и растениеводства. В частности, в построенном ООО «Селекционно-племенной центр „Кабардино-Балкарский“» (СПЦ КБ) по искусственному осеменению и трансплантации эмбрионов крупного рогатого скота [10]. Центр располагает специальной лабораторией и коровниками. Функционирует на основе программы, в которой

заложены все сведения об эмбрионах, коровах-донорах, коровах-реципиентах и др. Элементы и технологическая основа лаборатории представлены австрийскими компаниями, у которых было закуплено 420 голов КРС, из которых 120 голов доноров и стадо реципиентов. Из последних были отобраны лучшие представители породы, эмбрионы которых предполагается использовать для увеличения поголовья. Для получения высококлассного семени приобретены быки-производители районированных пород импортной селекции. Все необходимое оборудование завезено из Германии. Суть элементов ИИ в СПЦ заключается, во-первых, в наблюдении за хранением эмбрионов, где отслеживаются температурный и иные режимы хранения эмбрионов; во-вторых, ведется оценка маточного (материнского) поголовья (по данным крови лаборатория устанавливает состояние материнской особи, ее способность вынашивать полноценное потомство); в-третьих, оценку вероятности положительного результата или возможного брака (как правило, точность результата составляет 98 %); в-четвертых, оценка будущего продукта. Для максимального охвата территории республики (а в перспективе и всего Северного Кавказа) в центре проектируется создание 20 передвижных мини-лабораторий с селекционными функциями. К центру интегрированы существующие в населенных пунктах республики ветеринарные лечебницы, которые снабжаются мини-лабораториями и специалистами, что позволяет населению, не выезжая за пределы населенного пункта, осуществлять осеменение и трансплантацию.

Второй тип – аддитивный – характеризуется тем, что позволяет изменяться в зависимости от изменений основных параметров. ИИ осуществляет оценку состояния основных параметров, их взаимосвязь, выбирает оптимальную архитектуру элементов между собой, в состоянии осуществлять изменения отдельных параметров, комбинировать их в оптимальные системы и комплексы и т. п.

Базовые признаки данного типа ИИ:

- 1) возможность вести оценку состояния параметров, их соответствие нормативу, производить оценку отклонения от нормы, степень и уровень отклонения;
- 2) выбирать оптимальную реакцию на уровень отклонения управляемой системы;
- 3) воздействовать на отдельные параметры;
- 4) осуществлять их комбинирование, вести компоновку;
- 5) создавать рациональную комбинацию факторов для получения результата.

Таким образом, данный тип предполагает способность к частичному изменению отдельных параметров и компоновку оптимального состояния факторов и условий для получения нужного результата. К описанному типу ИИ относятся также сегменты в птицеводстве и растениеводстве. Что касается птицеводства, то его представляют агрогруппа «Баксанский бройлер», ООО «Велес-Агро», Птицефабрика «Нальчикская», ООО «Саура» и др. (всего в КБР более двух десятков). Наиболее значимы две – «Велес-Агро» и «Баксанский бройлер».

Агрогруппа «Баксанский бройлер» состоит из нескольких производственных площадок, отвечающих самым передовым и современным технологиям в области мирового



птицеводства. Включает в себя современные комплексы для содержания ремонтного молодняка кросса Росс 308 с четырехразовой комплектацией (168 000 голов), оснащенные птицеводческим оборудованием Roxell и Tulderhof; две птицефабрики родительского стада общей производительностью 32 млн племенного яйца в год, оснащенные птицеводческим оборудованием Roxell, Vencomatic и Tulderhof; комплексы по производству и содержанию бройлеров – 4,5 млн голов, а также современные комплексы по производству мяса птицы мощностью до 4 000 гол/ч и площадки по выращиванию бройлеров до 20 000 т/год. Для бесперебойной подачи качественных кормов в структуру группы входит комбикормовый завод производительностью 12 т/ч с учетом потребности в объеме и условий хранения запасов сырья. Новый инкубатор, оснащенный оборудованием HatchTech, способен поставлять на площадки по откорму бройлеров более 19 млн суточных цыплят в год, а современный логистический терминал для сортировки и хранения (1,5 млн шт. племенного яйца) позволяет своевременно контролировать полный процесс качества при сортировке и хранения племенного материала. Для оперативного контроля качества производимой мясопродукции был построен и запущен птицеперерабатывающий завод [20].

Производственный комплекс ООО «Велес Агро» включает в себя ряд структурных подразделений, обеспечивающих полный цикл производства. На каждом этапе производственного цикла осуществляется контроль качества в соответствии со стандартами ISO. Птицефабрика ООО «Велес-Агро» производит и реализует мясо цыплят-бройлеров, субпродукты и полуфабрикаты. Рацион кормления разработан фирмой «Провими» (Нидерланды). Все корпуса оснащены оборудованием Big Dutchman (Германия). Стабильно высокое качество продукции обеспечивается использованием экологически чистых кормов и самых современных технологий производства. Основные виды деятельности: разведение сельскохозяйственной птицы, производство мяса в охлажденном виде, производство соковой продукции из фруктов и овощей, производство муки и гранул из мяса и мясных субпродуктов, непригодных для употребления в пищу, производство прочей пищевой продукции из мяса или мясных пищевых субпродуктов, производство мясных (мясосодержащих) консервов, производство мяса птицы в замороженном виде, производство мяса птицы в охлажденном виде [18].

В указанных птицекомплексах ИИ осуществляет не только слежение за питанием кур, но еще и сам процесс создания рациона питания для каждой категории птиц, а также (в «Баксанском бройлере» и «Велес-Агро») процесс выращивания молодняка и реализация готовой продукции. Речь идет о таких процессах ИИ, как:

- 1) формирование кормовой базы и питания в соответствии с рационом питания каждой особи в зависимости от ее возраста и кондиций;
- 2) выведение и выращивание яиц и птиц;
- 3) реализации выращенной продукции (яиц, готовых птенцов и мяса).

Базовыми параметрами для регулирования выступают: состояние физиологии птицы, температурный режим,

влажность, свет и т. д. Это так называемые внешние факторы, на которые настроена программа. Программа следит за тем, чтобы в помещениях, где находятся яйца, птица, корма были соответствующие нормативам температура, влажность, освещенность и другие параметры. Программа работает в режиме «ответы – вызовы». Она отслеживает одновременно более десятка параметров, формируя из них оптимальный комплекс. Поэтому если происходит сбой в каком-либо параметре, система сигнализирует о появлении отклонений от нормы и появления критической ситуации. При этом ИИ комплекса имеет возможность осуществлять коррекцию внешних условий. При снижении, например, влажности воздуха в помещении срабатывает клапан, который впускает дополнительные пары влажности. При избытке срабатывает другой клапан, который впускает сухой воздух. То же самое с температурой, освещением и прочими параметрами. Таким образом, происходит регулирование внешних параметров среды.

Описанный выше тип ИИ встречается также и в растениеводстве. В частности, его используют в овощном и плодовом комплексах КБР: «Агро-Ком» [4], «Овощи Юга» и др. Тепличный комплекс «Агро-Ком» функционирует на принципе замкнутого цикла. Внутри комплекса все операции автоматизированы и подключены к компьютеру, то есть работают в определенной программе. Программа, во-первых, сама регулирует температурный и влажностный режимы, давление, освещение и другие параметры атмосферы. Во-вторых, осуществляет регулирование кормовой базы овощей, отслеживает состояние необходимых веществ в питании. В-третьих, важнейшей задачей является качество продукции [16]. Его функционирование осуществляется на принципах «норма – отклонение». В программе заложены определенные (допустимые) отклонения от нормативов, которые не приводят к негативным последствиям для продукции. Кроме того, в программе имеются направления, задавая которые можно менять определенные параметры плодов. Например, их размер, цвет, форму, вкусовые качества и др. параметры. Важным направлением является изменение сроков вызревания плодов. Интеллект данного комплекса, который представляет компьютер и его программы, заключается, во-первых, в позитивной реакции на изменения внешней среды атмосферы, во-вторых, реакции на изменения в кормовой базе, в-третьих, реакция на появление вредителей растений, то есть основной принцип работы ИИ заключается в «ответах – вызовах». Важно указать на наличие широкого диапазона в ответах. Компьютер не просто сигнализирует о появлении определенных вызовов, но и сам находит ответы на них и регулирует состояние системы. Конечно его работа – ответы – находится в определенном диапазоне. Например, он не может сам себя починить, и если происходит сбой в программе или же в каком-то из сегментов, то он может лишь сигнализировать наступление так называемого критического или кризисного состояния в целом в системе, но не может отладить его (сбой). Тогда необходимо участие человека – программиста или системного администратора.

Этот же тип ИИ используется в территориальном кластере, связанном с выращиванием яблок по так называемому

мым интенсивным технологиям. Следует заметить, что Кабардино-Балкария лидирует по закладке садов в России. В настоящее время в Кабардино-Балкарии функционирует несколько крупных компаний в области интенсивного садоводства. В частности, интенсивные сады ООО «Кенжа», ООО «Фрукт-Трейд», ООО «Сады Баксана» и другие общим числом свыше 10 самостоятельных предприятий. Лежащая в основе посадки деревьев технология интенсивного садоводства (итальянская) позволяет каждой яблоне получить строго необходимое количество питательных веществ, в результате чего каждый сорт в полной мере раскрывает свои вкусовые и товарные качества, а яблони приносят больше плодов. В компании «Фрукт-Трейд» входит фруктохранилище, включающее сортировочный цех и три холодильника, которые содержат 96 современных холодильных камеры с регулируемой газовой средой вместимостью в среднем по 250 тонн в каждую, что обеспечивает надежное качество хранения яблок сроком до 1 года. ИИИ компании осуществляет управление процессом хранения на всех этапах, чтобы сохранить свежесть и сочность яблок. Управление холодильными камерами автоматизировано. Но при этом находится под наблюдением технологов, которые круглосуточно контролируют все процессы, происходящие в плодах, и выполняют рекомендации наших европейских партнеров – поставщиков оборудования. Благодаря правильно подобранным параметрам происходит замедление дыхательных процессов и обмена веществ внутри плода, что дает возможность продлить сроки хранения без снижения вкусовых и эстетических качеств продукции. При сортировке яблок используются две линии товарной обработки голландской фирмы Aweta производительностью 10 и 24 т/ч. Интеллектуальные блоки линий обеспечивают отбор яблок в соответствии со строго определенными параметрами цвета, веса и калибра. Качественная упаковка позволяет осуществлять транспортировку продукции по всей России [11].

Таким образом, в ИИИ комплекса одно направление связано с выращиванием яблок, состоит в контроле над состоянием почв и в целом регулирует питание. Другое следит за состоянием атмосферы. Частые дожди и град наносят огромный ущерб урожаю. Решение данной проблемы находят в двух поднаправлениях. Одно связано с защитой при помощи сетки, которая натягивается над плантацией яблок. Другое связано с отстрелом грозовых туч и переводе их в местах, безопасных для плантаций. На территории комплекса по периметру располагается несколько газовых пушек, которые в автоматическом режиме отслеживают состояние атмосферы, то есть реагируют на давление, влажность и состояние облаков. При появлении признаков града пушки отстреливают в атмосферу, не дают сформироваться граду либо переводят его выпадение в районе рек или гор, то есть подальше от плодовых плантаций.

Третий тип – саморегулируемый и самовоспроизводящийся. Его особенность заключается в том, что в пределах определенных параметров ИИИ в состоянии принимать самостоятельные решения:

- 1) по комбинации параметров (факторов);
- 2) ответ на изменения параметров;
- 3) комбинировать факторы и параметры, создавать оптимально для определенного результата;

4) формировать результат по факторам и с помощью фактора, комбинировать факторы и условия.

Данный тип ИИИ получил реализацию в животноводческом комплексе ФХ «Жаппуева Ж. Х.». Основу комплекса составляет роботизация производственного цикла молока и выращивания телят. Всего в комплексе содержится 132 головы. Семенной материал – коровы бурой швицкой породы, закупленные в Австрии. Оборудование поставлялось швейцарской компанией «ДелЛаваль» [6]. Их обслуживает два робота. Более 90 % коров обрабатываются роботом. До 5 % коров приходится осматривать вручную старым методом. Робот осуществляет не просто дойку коров, он осматривает корову, прежде чем приступить к дойке. Для этого измеряет температуру, оценивает «настроенные» коровы и только после того, как параметры коровы соответствуют реальным, приступает к дойке. Таким образом, интеллект комплекса заключен в роботах, которые работают по программе, в которую внесены определенные параметры состояния животного, а также состояние молока. При наблюдении отклонений как в состоянии животного, так и в молоке робот сигнализирует об этом. После этого дежурный оператор принимает решение.

Другая сторона комплекса заключается в кормовой базе, которая имеет смешанный характер, то есть часть кормов производится самим хозяйством, а часть закупается. При этом ставится задача полного самостоятельного обеспечения. Вся кормовая база функционирует по замкнутому циклу, то есть от сырья и добавок до конечного продукта находится под присмотром специальных технологий, которые имеют программный характер, то есть робот осуществляет оценку качества сырья, нормы добавок, характер кормов и т. д., после чего дает разрешение на выдачу кормов.

Четвертый тип – адаптация к изменяющейся конъюнктуре. Используется преимущественно в логистике. ИИИ функционирует в зависимости от состояния внешней конъюнктуры. Ведет поиск клиентов, формирует договора, изменяет условия и т. д. В производстве данный тип ИИИ наблюдается в растениеводстве, и связан он с «умным зерном» (УЗ)<sup>1</sup>. Речь идет о создании такого зерна, которое функционирует на основе саморегулирования с минимальным участием со стороны человека. Технологически решение задачи сводится к следующему. Первое – обычное зерно обрабатывается специфическими криогенными и т. д. технологиями. Основная задача данного этапа – «очистить зерно» и подготовить его к следующему этапу. Речь идет об уничтожении паразитов, которые находятся на внешней оболочке зерна, его выбраковке и т. п. Второе – подготовленное зерно покрывается специальной оболочкой, имеющей максимальную «прозрачность» с точки зрения «дыхания» и других функций «жизнедеятельности» зерна. Эта оболочка наносится преимущественно с помощью напыления в специальной камере, где создаются соответствующие параметры давления, температуры, влажности,

<sup>1</sup> Данное направление носит преимущественно лабораторно-экспериментальный характер, то есть имеются некоторые опытные образцы и методики, но пока нет полноценного коммерческого продукта. Это означает, что направление следует рассматривать пока как научно-исследовательское, а не хозяйственное. Поэтому в настоящей рубрике описываем главным образом методику производства «умного зерна».

освещенности и т. д. Таким образом, создается так называемая защитная от физических и некоторых термических, световых, химических и прочих воздействий оболочка. Третье – подготовленное зерно помещается в новую камеру, где осуществляется «наращивание» на имеющуюся оболочку новых оболочек. Прежде всего, технологически оболочки создаются на основе композитного (аддитивного) принципа. Таким образом, получается несколько оболочек, в которые «одевается» зерно. Для «прочности» оболочки используется метод нанонапыления. Каждая оболочка формируется своим составом минеральных и органических веществ, их соотношением и т. д.<sup>2</sup> Для этого используются разные критерии образования оболочек. В качестве критериев могут выступать реакция на температуру, влажность, светимость, минерализацию и т. д. с точки зрения избытка-недостатка, отклонений от норм и т. д. В итоге создается зернопродукт, который отличается от первоначального зерна не только внешними параметрами (очищенностью от паразитов и проч.), но и тем, что содержит алгоритм дальнейшего развития. Такое зерно, внесенное в почву, начинает развиваться самостоятельно, то есть реагировать на различные климатические и погодные условия: повышение температуры, влажности, освещенности и т. д. Для этих целей используется программа в каждой оболочке зерна. Одни оболочки ответственны за влажность, другие – за температурный режим, третьи – за освещенность, четвертые – за состояние почв, пятые – за давление и т. д. В результате комплексного участия всех оболочек зерно саморазвивается. Нет необходимости при снижении влажности поливать или же при росте температуры и т. д., так как в результате изменения данных параметров в «умном зерне» срабатывает своя программа, которая «включает» в вегетативный процесс новые ресурсы, которые заложены в различных оболочках. Ценность такой технологии не только в экономии на затратах труда, но также и в максимальном элиминировании влияния на почву и в целом окружающую среду. «Умное зерно» функционирует как бы само по себе. Поэтому оно может развиваться в различных условиях, так как в программу его закладываются различные параметры, учитывающие зональность, состояние почв, погодные и климатические условия.

Важным и пока еще локализованным направлением развития ИИ в сельском хозяйстве является система логистики. В нашем случае, как уже замечено, она имеет локализованный характер. Начиная с животноводческого комплекса, до овощного и плодовых везде присутствует своя локальная логистика. Основная задача видится во внедрении искусственного интеллекта связано с обслуживанием клиентов, оптимизацией логистики, инвентаризацией складских запасов, снижением затрат. В отдель-

<sup>2</sup> Следует иметь в виду, что оболочки различаются не только составом веществ (минеральных и органических), их последовательностью, количественными и качественными параметрами, но также и композиционностью, то есть в одном случае речь идет о левосторонней наслойке, в другом – о правосторонней, в одном речь идет о наслоении крупными плоскостями, тогда как в другом – нитями, которые к тому же могут наматываться то в одном, то в другом направлениях, а также в виде сеточки, крестиком и т. д. Словом, оказывает влияние не только количество и последовательность наслаиваемых веществ, но и геометрия их. Нити, плоскости, точки (пуантелизм), горизонтальная, вертикальная и т. д.

ных случаях речь также идет о прогнозировании спроса и рекламе. Начали (например, эта работа наблюдается в компаниях «Баксанский бройлер», «Фру-Трейд», «Сады Баксана», «Агро-Ком») осваивать также интернет-технологии, формировать клиентскую базу через онлайн-магазины. Последнее – освоение интернет-технологий и создание онлайн-магазинов – важное направление развития ИИ в сельском хозяйстве. Связано оно главным образом с анализом и прогнозированием поведения клиентов. В основе функционирования данного сегмента ИИ лежит работа сайта, внутри которого имеются различные разделы, переходы между которыми связаны с просмотром разделов. В этих разделах клиенты оставляют свои замечания и проч. После просмотра разделов система ИИ готовит товарные рекомендации как в разрезе клиентов, так и по географии рынков, которые направляет зарегистрированному пользователю по электронной почте.

Важным направлением выступает расширение клиентской базы. Речь идет не только о привлечении новых клиентов, но также и об устойчивости уже существующих. Чтобы увеличить конверсию за счет возврата ушедших посетителей и повысить отклик от маркетинговых рассылок, система ИИ внедряет свой алгоритм обучения, в котором определены оптимальное время взаимодействия с клиентом для совершения покупки, указание на его психологию, предпочтения, стимулирование новых покупок и т. д.

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Первый и основной вывод – практика показывает, что будущее развитие национального сельского хозяйства связано с развитием систем ИИ. Даже сегодня сектора, подотрасли и сегменты, в которых используется ИИ, демонстрируют более высокие параметры развития, темпы роста продукции, производительности труда, доходов, прибыли, ниже себестоимость и т. д. А в перспективе с учетом снижения численности рабочих рук, сокращения посевных площадей, ухудшения экологической ситуации и прочее значение ИИ в сельском хозяйстве будет повышаться и расти. Но практика показала уже наличие основных недостатков в существующей системе использования ИИ. Первый – фрагментационность использования ИИ. Используются отдельные и притом разрозненные элементы и узлы ИИ и нет целостного. Это означает, что требуется перейти к новой концепции ИИ сельского хозяйства, в которой базовым признаком должна быть принята целостность (то есть холистический взгляд на ИИ). Систему ИИ следует создавать не по фрагментам, а по целостности. В настоящее время имеются фрагменты ИИ, которые пытаются увязать в некоторую целостную систему. Но в результате получается эклектические структуры или в лучшем случае конгломеративные, но не системные. В результате снижается функционирование в целом ИИ за счет появления нестыковок и работы принципа наименьшего (А. Богданов), когда слабое звено выступает определяющим в работе целой системы. Таким образом, необходима новая архитектура ИИ сельского хозяйства, которая хотя и формировалась бы на основе блочного принципа, но собиравшись бы эти блоки на холистической основе. Второе – отсутствует так называемая заикленность различных секторов и сегментов в единую цепь и единый ИИ сель-



ского хозяйства. В настоящее время, как указано выше, в сельском хозяйстве КБР ИИ используется как в растениеводстве, так и в животноводстве, различных подотраслях, секторах и сегментах. Причем в первом получил более широкое применение, чем во втором. Кстати, поэтому первое развивается более активно, чем второе. Но даже в них наблюдается предпочтение ИИ определенных секторов и сегментов. Нет не только фронтального освоения всего сельского хозяйства, но даже целостных отраслей. Выделяются сектора и сегменты, в которых ИИ применяют и есть такие, которые не используют его. По-видимому, главная причина не в сельском хозяйстве, то есть не в отраслях, подотраслях или секторах и даже сегментах сельского хозяйства, а в типах ИИ, в конкретных блоках ИИ (например, овощной, плодовой, зерновой и другие блоки). И в связи с этим необходимо провести тотальную оцифровку посевных площадей и в целом сельхозземель, создание электронных карт полей, пастбищ, лугов, многолетних насаждений и прочего, провести тотальный онлайн-мониторинг баланса зерна, цен, хлебоприемных и перерабатывающих пунктов, расширение географии технологии блокчейна и др. Третье – использование зарубежного ИИ и отсутствие своих оригинальных систем ИИ. Подавляющее большинство, если не все сегменты, сектора и подотрасли сельского хозяйства, в которых используется ИИ, функционируют на основе зарубежных программ и их компьютерных системах, то есть и «софт», и «железо» иностранное. Причина не в том, что наши не умеют составлять программы, а в том, что зарубежные партнеры предлагают продукцию в определенном пакете, в котором присутствие их программ и компьютеров считается обязательным условием. Таким образом, они продают не только изделие, но и целостную идеологию. Формируют архитектуру ИИ в нашем сельском хозяйстве. Это принцип конкуренции, и нам следует его признать таковым и пытаться выйти или обойти его. Есть два направления решения данной проблемы. Одно – войти в зарубежные компании, реализующие ИИ в качестве акционера и партнера, который не просто приобретает их продукцию, но предлагает также и свою. И в связи с этим необходимо ставить усло-

вие: мы покупаем ваш продукт при условии, если будет в нем наша программа. Другое – создавать параллельные структуры по опыту Китая [14]. Необходимо, что называется, «через дорогу» создавать аналогичные объекты, но со своим ИИ, обучаться на их объектах, оттачивать свой и т. д. Наконец, четвертое – уже сегодня внедрение отдельных элементов и структур ИИ в сельское хозяйство сталкивается с определенными технологическими, организационными, экономическими, а также этическими, в том числе психологическими проблемами, которые, очевидно, будут нарастать по мере расширения проникновения ИИ в систему традиционного сельского хозяйства, и в этой связи требуется предусмотреть эти вызовы и ответы. По-видимому, есть два базовых направления в развитии ИИ в системе сельского хозяйства. Одно связано с так называемой децентрализацией ИИ, то есть каждый объект имеет свой ИИ и функционирует на своем ИИ. Создается, таким образом, ситуация, которую можно определить как множественный разум (по аналогии с юмовским множественным разумом), где каждый объект имеет свой ИИ и развивается по нему. Объекты (предприятия, комплексы и прочее) конкурируют не только (а теперь уже не столько) своей продукцией, технологиями и прочим традиционного характера, но и своими ИИ. Выигрывает тот, кто имеет более конкурентный ИИ. Другое направление противоположное предыдущему и заключается в создании централизованного ИИ. Оно содержит в себе ряд поднаправлений, но в целом суть его в следующем. Все существующие ИИ, которые действуют в системе сельского хозяйства (в различных его объектах – предприятиях, концернах и прочих), интегрируются в единый ИИ. Иными словами, создается «единый разум», который наблюдает, координирует, контролирует и т. д., словом, управляет частными ИИ, размещенными в отдельных объектах (предприятиях, концернах и комплексах) сельского хозяйства. Которое из направлений будет эффективным и станет определяющим, сегодня говорить, очевидно, преждевременно и некорректно. По-видимому, в этом вопросе не оправданы аналогии с другими известными областями и отраслями жизнедеятельности человека и общества.

#### Об авторах:

Базынан Магомедович Бизенгин<sup>1</sup>, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры «Управление», [r3bizengin@mail.ru](mailto:r3bizengin@mail.ru)

Бэла Амирхановна Кушхова<sup>1</sup>, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Экономика», [bmarina78@mail.ru](mailto:bmarina78@mail.ru)  
<sup>1</sup>Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, Нальчик, Россия

#### Библиографический список

1. AgDNA и CNH Industrial открывают сельское хозяйство для искусственного интеллекта [Электронный ресурс] // Пропозиция. URL: <https://propozitsiya.com/agdna-i-cnh-industrial-otkryvayut-selskoe-hozyaystvo-dlya-iskusstvennogo-intellekta> (дата обращения: 17.05.2019).
2. Аварский Н. Д. Актуальные вопросы развития информационно-коммуникационных и интернет-технологий на аграрном рынке // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. № 4. С. 42–50.
3. Аганбегян А. Г. Сельское хозяйство – локомотив социально-экономического роста России // ЭКО. 2017. № 5. С. 5–22.
4. В Кабардино-Балкарии заработал современный тепличный комплекс [Электронный ресурс] // Вести Кавказа. URL: <http://skavkaz.rfn.ru> (дата обращения: 27.05.2019).
5. В КБР заложили 1560 га интенсивных садов [Электронный ресурс] // Самые свежие новости. URL: <https://fruitnews.ru/state-news/50374-v-kbr-zalozhili-1560-ga-intensivnykh-sadov.html> (дата обращения: 27.05.2019).
6. В Кабардино-Балкарии начала работать роботизированная ферма [Электронный ресурс] // Рамблер. URL: [https://news.rambler.ru/other/38619639/?utm\\_content=news&utm\\_medium=read\\_more&utm\\_source=copylink](https://news.rambler.ru/other/38619639/?utm_content=news&utm_medium=read_more&utm_source=copylink) (дата обращения: 27.05.2019).



7. Голландский аграрный феномен [Электронный ресурс] // Aggeek: Актуальные знания. URL: <https://aggeek.net/ru-blog/gollandskij-agrarnyj-fenomen> (дата обращения: 22.05.2019).
8. Демишкевич Г. М. Использование опыта Финляндии для определения приоритетов инновационного развития АПК // АПК: экономика, управление. 2017. № 1. С. 83–89.
9. Доленина О. Е., Патерикина Д. О. Агропромышленный комплекс как основа экономики Дании [Электронный ресурс] // Агропродовольственная экономика. URL: <http://apej.ru/article/09-09-16> (дата обращения: 22.05.2019).
10. Единственный в СКФО селекционно-племенной центр откроется в Нальчике [Электронный ресурс] // Электронная газета «ВЕК». URL: <https://wek.ru/edinstvennyj-v-skfo-selekcionno-plemennoj-centr-otkroetsya-v-nalchike>. (дата обращения: 12.10.2018).
11. Интенсивное садоводство Кабардино-Балкарии [Электронный ресурс] // Агропромышленный портал «Агро-Спутник». URL: <https://www.agro-sputnik.ru/index.php/rastenivodstvo/1596-intensivnoe-sadovodstvo-kabardino-balkarii> (дата обращения: 27.05.2019).
12. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] // Aggeek: Актуальные знания. URL: <https://aggeek.net/ru-blog/iskusstvennyj-intellekt-v-selskom-hozyajstve> (дата обращения: 27.05.2019).
13. Кабардино-Балкария стала лидером по закладке садов в России [Электронный ресурс] // ЯПлакаль. URL: <https://www.yaplakal.com/forum3/st/0/topic1882916.html> (дата обращения: 27.05.2019).
14. Кива А. В. Реформы в Китае и России: сравнительный анализ. М.: Центр стратегической конъюнктуры, 2015. 304 с.
15. Коршунов В. В. Увеличение продукции сельского хозяйства вместо дележа ресурсов // ЭКО. 2017. № 3. С. 78–89.
16. Краткая справка по ООО «Агро-Ком» [Электронный ресурс] // Официальный сайт Администрации Баксанского муниципального района сельское поселение Кишпек. URL: <http://www.adm-kishpek.ru/index.php/predpriyatiya> (дата обращения: 25.05.2019).
17. Нидерланды: высокотехнологичное будущее сельского хозяйства [Электронный ресурс] // Сайт хорошего настроения. URL: <https://fishki.net/2378259-niderlandy-vysokotekhnologichnoe-buduwee-selyskogo-hozhajstva.html> (дата обращения: 22.05.2019).
18. ООО «Велес-Агро» [Электронный ресурс] // Квериком: Профессиональная система бизнес-аналитики. URL: <https://querycom.ru/company/veles-agro/1060716006152> (дата обращения: 27.05.2019).
19. Осипов Г. Искусственный интеллект: состояние исследований и взгляд в будущее [Электронный ресурс] // Российская ассоциация искусственного интеллекта. URL: <http://www.raai.org/about/persons/osipov/pages/ai/ai.html> (дата обращения: 21.04.2019).
20. Официальный сайт ООО «Агрогруппа „Баксанский бройлер“» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.baksanbroiler.ru> (дата обращения: 27.05.2019).
21. Проблемы и перспективы инновационного развития мирового сельского хозяйства: материалы V международной научно-практической конференции [Электронный ресурс]. 2015. 261 с. URL: <http://www.sgau.ru/files/pages/3875/14396208040.pdf> (дата обращения: 12.02.2019).
22. Рахаев Х. М. [и др.] Сельское хозяйство Кабардино-Балкарии: состояние, потенциал, проблемы и перспективы модернизации. USA: Lulu-Press, Inc. 2015. 232 с.
23. Рахаев Х. М., Макитова З. Т. Тенденции и проблемы государственной поддержки в аграрном секторе Кабардино-Балкарской Республики // Экономика сельского хозяйства России. 2018. № 8. С. 27–32.
24. Сельское хозяйство – драйвер российской экономики (для обсуждения и выработки решений) [Электронный ресурс]. СПб.: Экспофорум, 2016. 318 с. URL: [https://agrorus.expoforum.ru/uploads/location/Tezis\\_Agrorus\\_24082016\\_WEB.pdf](https://agrorus.expoforum.ru/uploads/location/Tezis_Agrorus_24082016_WEB.pdf) (дата обращения: 19.05.2019).
25. German Agriculture: Facts and Figures [Электронный ресурс]. URL: [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/Russian/German-Agriculture\\_Facts-and-Figures.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/Russian/German-Agriculture_Facts-and-Figures.pdf?__blob=publicationFile) (дата обращения: 22.05.2019).
26. Сельское хозяйство Кабардино-Балкарии выходит на совершенно новый уровень // Новости 24 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.stav.kp.ru/daily/24512.4/661879/> (дата обращения: 27.05.2019).
27. Сельское хозяйство Кабардино-Балкарии [Электронный ресурс] // Экспертно-аналитический центр агробизнеса «АБ-Центр». URL: <https://ab-centre.ru/page/selskoe-hozyaystvo-kabardino-balkarii> (дата обращения: 27.05.2019).
28. Сельское хозяйство как драйвер роста российской экономики [Электронный ресурс] // ввп.рф. URL: [https://xn--b1aa3b.xn--plai/hot/selskoe-khozyaystvo-kak-drayver-rosta-rossiyskoj-ekonomiki.html?sphrase\\_id=622336](https://xn--b1aa3b.xn--plai/hot/selskoe-khozyaystvo-kak-drayver-rosta-rossiyskoj-ekonomiki.html?sphrase_id=622336) (дата обращения: 11.04.2019).
29. Серегин С. Н. Научно-техническая политика: целевые установки по повышению конкурентоспособности АПК России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2017. № 2. С. 12–15.
30. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года: утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227.
31. Таллас Ф. М., Уянаев М. Р. Реципрокный механизм преодоления трансфертизации в сельском хозяйстве // Экономика и предпринимательство. 2015. № 4-2. С. 1085–1088.
32. Шваб К., Дэвис Н. Технологии Четвертой промышленной революции. М.: Эксмо, 2018. 208 с.

## The formation of the fifth technological mode in agriculture KBR: features, highlights and trends

B. M. Bizengin<sup>1</sup>✉, B. A. Kushkhova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kabardino-Balkarian State Agrarian University, Nalchik, Russia

✉E-mail: r3bizengin@mail.ru

**Abstract.** Recently, agriculture around the world turns into the industry, which have linked the growth and development of the national economy and the world economy. Its transformation into a growth driver of national and world economy associated with innovation in technology and technique formation of full-fledged V technological mode. The most important basic element in the system of the V technological mode supports artificial intelligence (AI). In developed countries the penetration of AI in agriculture covered broad sectors and segments: from labour to technologies of cultivation of agricultural crops and animals, their implementation and marketing. For domestic agriculture problem formation of V technological mode and AI is not new. Another thing that occurs first, slicing the inclusion of AI in the industry as a whole, and secondly, education transferring between different sectors and subsectors, as well as territorial complexes. The aim of the work is an analysis of the practice of the formation of V technological mode in agriculture of the Kabardino-Balkarian Republic. Identification of strengths and weaknesses of existing practices and the formulation of proposals to overcome existing deficiencies related to the transition from a fragmented to a coherent system of V technological mode. The empirical base of the study comprised the data FCSD of Russia on the KBR, reports, projects, programs of the Ministry of Agriculture of the KBR, as well as sample surveys of authors who received directly with objects or from the Internet. As the main method used a systematic approach, which adapted analytical and descriptive methods. Results: 1) clarified the concept of V technological mode and AI as its basic element; 2) describes the feature and attraction of agriculture to AI; 3) analyses using AI in agriculture of the KBR; 4) classification of types of AI in agriculture economy of the KBR; 5) identified the problems faced by the existing AI and directions to overcome these problems.

**Keywords:** the fifth technological mode, artificial intelligence, agriculture Kabardino-Balkaria, a breeding centre, robotic farm, vegetable complex, intensive gardens, „smart grain“.

**For citation:** Bizengin B. M., Kushkhova B. A. Formirovaniye pyatogo tekhnologicheskogo uklada v sel'skom khozyaystve KBR: osobennosti, osnovnyye elementy i tendentsii [The formation of the fifth technological mode in agriculture KBR: features, highlights and trends] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 8 (187). Pp. 55–64. DOI: 10.32417/article\_5d908e61b1e927.20488827. (In Russian.)

### References

1. AgDNA i CNH Industrial otkryvayut sel'skoye khozyaystvo dlya iskusstvennogo intellekta [AgDNA and CNH Industrial open agriculture for artificial intelligence] [e-resource] // Propozitsiya. URL: <https://propozitsiya.com/agdna-i-cnh-industrial-otkryvayut-selskoe-hozyaystvo-dlya-iskusstvennogo-intellekta> (access date: 17.05.2019). (In Russian.)
2. Avarskiy N. D. Aktual'nyye voprosy razvitiya informatsionno-kommunikatsionnykh i internet-tekhnologiy na agrarnom rynke [Topical questions of development of information and communication and Internet technologies in the agrarian market] // Economy of agricultural and processing enterprises. 2017. No. 4. Pp. 42–50. (In Russian.)
3. Aganbegyan A. Sel'skoye khozyaystvo – lokomotiv sotsial'no-ekonomicheskogo rosta Rossii [Agriculture – the engine of social and economic growth in Russia] // ECO. 2017. No. 5. Pp. 5–22. (In Russian.)
4. V Kabardino-Balkarii zarabotal sovremennyy teplichnyy kompleks [In Kabardino-Balkaria earned modern greenhouse complex] [e-resource] // Vesti Kavkaza. URL: <http://skavkaz.rfn.ru> (access date: 27.05.2019). (In Russian.)
5. V KBR zalozhili 1560 ga intensivnykh sadov [In the KBR laid 1560 intensive gardens] [e-resource] // Fruit news. URL: <https://fruitnews.ru/state-news/50374-v-kbr-zalozhili-1560-ga-intensivnykh-sadov.html> (access date: 27.05.2019). (In Russian.)
6. V Kabardino-Balkarii nachala rabotat' robotizirovannaya ferma [In Kabardino-Balkaria started working robotic farm] [e-resource]. URL: [https://news.rambler.ru/other/38619639/?utm\\_content=news&utm\\_medium=read\\_more&utm\\_source=copylink](https://news.rambler.ru/other/38619639/?utm_content=news&utm_medium=read_more&utm_source=copylink) (access date: 27.05.2019). (In Russian.)
7. Gollandskiy agrarnyy fenomen [Dutch agricultural phenomenon] [e-resource]. URL: <https://aggeek.net/ru-blog/gollandskij-agrarnyj-fenomen> (access date: 22.05.2019). (In Russian.)
8. Demishkevich G. M. Ispol'zovaniye opyta Finlyandii dlya opredeleniya prioritetov innovatsionnogo razvitiya APK [Use Finland's experience to determine the priorities of innovative development of Agroindustrial complex] // APK: ekonomika, upravleniye. 2017. No 1. Pp. 83–89. (In Russian.)
9. Dolenina O., Paterikina D. Agropromyshlennyy kompleks kak osnova ekonomiki Danii [Agriculture as the basis of the economy of Denmark] // Agro production and economics journal [e-resource]. URL: <http://apej.ru/article/09-09-16> (access date: 22.05.2019). (In Russian.)
10. Edinstvennyy v SKFO selektsionno-plemenny tsestr otkroyetsya v Nal'chike [The NORTH's only breeding Center opens in Nalchik] [e-resource] // Electronic newspaper „VEK“. URL: <https://vek.ru/edinstvennyj-v-skfo-selekcionno-plemennyj-centr-otkroetsya-v-nalchike>. (access date: 12.10.2018). (In Russian.)
11. Intensivnoye sadovodstvo Kabardino-Balkarii [Intensive horticulture of Kabardino-Balkaria] [e-resource] // Agropromyshlennyy portal „Agro-Sputnik“. URL: <https://www.agro-sputnik.ru/index.php/rastenivodstvo/1596-intensivnoe-sadovodstvo-kabardino-balkarii> (access date: 27.05.2019). (In Russian.)

12. Iskusstvennyy intellekt v sel'skom khozyaystve [Artificial intelligence in agriculture] [e-resource] // Aggeek: Aktual'nyye znaniya. URL: <https://aggeek.net/ru-blog/iskusstvennyj-intellekt-v-sel'skom-hozyaystve> (access date: 27.05.2019). (In Russian.)
13. Kabardino-Balkariya stala liderom po zakladke sadov v Rossii [Kabardino-Balkaria became the leader of the gardens in Russia] [e-resource] // YAPlakal<sup>4</sup>. URL: <https://www.yaplakal.com/forum3/st/0/topic1882916.html> (access date: 27.05.2019). (In Russian.)
14. Kiva A. Reformy v Kitaye i Rossii: sravnitel'nyy analiz [Reforms in China and Russia: a comparative analysis]. Moscow: TSentr strategicheskoy kon'yunktury, 2015. 304 p. (In Russian.)
15. Korshunov V. V. Uvelicheniye produktzii sel'skogo khozyaystva vmesto delezha resursov [Increase agricultural production instead of dividing resources] // ECO. 2017. No. 3. Pp. 78–89. (In Russian.)
16. Kratkaya spravka po OOO „Agro-Kom“ [A brief overview of the „Agro-Kom“] [e-resource] // Ofitsial'nyy sayt Administratsii Baksanskogo munitsipal'nogo rayona sel'skoye poseleniye Kishpek. URL: <http://www.adm-kishpek.ru/index.php/predpriyatiya> (access date: 25.05.2019). (In Russian.)
17. Niderlandy: vysokotekhnologichnoye budushcheye sel'skogo khozyaystva [Netherlands: a high-tech future of agriculture] [e-resource] // Sayt khoroshego nastroyeniya. URL: <https://fishki.net/2378259-niderlandy-vysokotekhnologichnoe-buduwee-selyskogo-hozjaystva.html> (access date: 22.05.2019). (In Russian.)
18. OOO „Veles-Agro“ [LLC „Veles-Agro“] [e-resource] // Kverikom: Professional'naya sistema biznes-analitiki. URL: <https://querycom.ru/company/veles-agro/1060716006152> (access date: 27.05.2019). (In Russian.)
19. Osipov G. Iskusstvennyy intellekt: sostoyaniye issledovaniy i vzglyad v budushcheye [Artificial intelligence: the State of research and look into the future] [e-resource] / Rossiyskaya assotsiatsiya iskusstvennogo intellekta. URL: <http://www.raai.org/about/persons/osipov/pages/ai/ai.html> (access date: 21.04.2019). (In Russian.)
20. Ofitsial'nyy sayt OOO Agrogruppa „Baksanskiy broyler“ [Official site of agrarian group „Baksansky broiler“] [e-resource]. URL: <http://www.baksanbroiler.ru/> (access date: 27.05.2019). (In Russian.)
21. Problemy i perspektivy innovatsionnogo razvitiya mirovogo sel'skogo khozyaystva: materialy V mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Problems and prospects of innovative development of world agriculture: proceedings of the 5th International Scientific and practical Conference] [e-resource]. 2015. 261 p. URL: <http://www.sgau.ru/files/pages/3875/14396208040.pdf> (access date: 12.02.2019). (In Russian.)
22. Rakhaev Kh. [et al.] Sel'skoye khozyaystvo Kabardino-Balkarii: sostoyaniye, potentsial, problemy i perspektivy modernizatsii [Agriculture Kabardino-Balkaria: status, potential, problems and prospects of modernization]. USA: Lulu Press, Inc., 2015. 232 p. (In Russian.)
23. Rakhaev Kh., Makitova Z. Tendentsii i problemy gosudarstvennoy podderzhki v agrarnom sektore Kabardino-Balkarskoy Respubliki [Tendencies and problems of State support in the agricultural sector of the Kabardino-Balkarian Republic] // Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii. 2018. No. 8. Pp. 27–32. (In Russian.)
24. Sel'skoye khozyaystvo – drayver rossiyskoy ekonomiki (dlya obsuzhdeniya i vyrabotki resheniy) [Agriculture – the Russian economy driver (for discussion and decision-making)] [e-resource]. Saint Petersburg: Expoforum, 2016. 318 p. – URL: [https://agrorus.expoforum.ru/uploads/location/Tezis\\_Agrorus\\_24082016\\_WEB.pdf](https://agrorus.expoforum.ru/uploads/location/Tezis_Agrorus_24082016_WEB.pdf) (access date: 19.05.2019). (In Russian.)
25. German Agriculture: Facts and Figures [e-resource]. URL: [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/Russian/German-Agriculture\\_Facts-and-Figures.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/Russian/German-Agriculture_Facts-and-Figures.pdf?__blob=publicationFile), (access date: 22.05.2019).
26. Sel'skoye khozyaystvo Kabardino-Balkarii vykhodit na sovershenno novyy uroven' [Agriculture Kabardino-Balkaria goes to a whole new level] [e-resource] // Novosti 24. URL: <https://www.stav.kp.ru/daily/24512.4/661879/> (access date: 27.05.2019). (In Russian.)
27. Sel'skoye khozyaystvo Kabardino-Balkarii [Agriculture of Kabardino-Balkaria] [e-resource] // Ekspertno-analiticheskii tsentr agrobiznesa „AB-TSentr“. URL: [www.ab-centre.ru](http://www.ab-centre.ru); <https://ab-centre.ru/page/selskoe-hozyaystvo-kabardino-balkarii>. (access date: 27.05.2019). (In Russian.)
28. Sel'skoye khozyaystvo kak drayver rosta rossiyskoy ekonomiki [Agriculture as a driver of growth in the Russian economy] [e-resource] // vvp.rf. URL: [https://xn--b1aa3b.xn--p1ai/hot/selskoe-khozyaystvo-kak-drayver-rosta-rossiyskoy-ekonomiki.html?sphrase\\_id=622336](https://xn--b1aa3b.xn--p1ai/hot/selskoe-khozyaystvo-kak-drayver-rosta-rossiyskoy-ekonomiki.html?sphrase_id=622336) (access date: 11.04.2019). (In Russian.)
29. Seregin S. Nauchno-tehnicheskaya politika: tselevyye ustanovki po povysheniyu konkurentosposobnosti APK Rossii [Science and technology policy goals to improve the competitiveness of AIC Russia] // Economy of agricultural and processing enterprises. 2017. No. 2. Pp. 12–15. (In Russian.)
30. Strategiya innovatsionnogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda: utverzhdena Rasporyazheniyem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 8 dekabrya 2011 g. No. 2227 [Strategy of innovative development of the Russian Federation for the period until the year 2020: approved by the Decree of the Government of the Russian Federation. December 8, 2011. No. 2227]. (In Russian.)
31. Tallas F., Ujanaev M. Retsiproknnyy mekhanizm preodoleniya transfertizatsii v sel'skom khozyaystve [Reciprocal mechanism in agriculture transfertizatsii] // Journal of Economy and Entrepreneurship. 2015. No. 4-2. Pp. 1085–1088. (In Russian.)
32. Schwab K., Davies N. Tekhnologii Chetvertoy promyshlennoy revolyutsii [Technology of Fourth industrial revolution]. Moscow: Eksmo, 2018. 208 p. (In Russian.)

#### Authors' information:

Bazyrgan M. Bizengin<sup>1</sup>, doctor of economics, professor, professor of the department „Management“, [r3bizengin@mail.ru](mailto:r3bizengin@mail.ru)  
 Bela A. Kushkhova<sup>1</sup>, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department „Economics“, [bmarina78@mail.ru](mailto:bmarina78@mail.ru)

<sup>1</sup>Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov, Nalchik, Russia



## Проблемы развития фермерства в сложившихся условиях среды

С. Г. Головина<sup>1</sup>, Е. Е. Лоретц<sup>1</sup>, И. Н. Миколайчик<sup>2</sup>, Л. Н. Смирнова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Курганская государственная сельскохозяйственная академия, Курган, Россия

✉ E-mail: kkrav84@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты аналитико-обобщающей работы по проблемам функционирования российских крестьянских (фермерских) хозяйств как на этапе их становления, так и на этапе их последующей деятельности в условиях современной социально-экономической и институциональной среды (на примере Курганской области). Динамика численности крестьянских (фермерских) хозяйств и основные результаты их функционирования подтверждают наличие тех или иных трудностей и ограничений в развитии отечественного фермерства. С опорой на исторический обзор, теоретические гипотезы, эмпирические данные анализируются имеющие место проблемы и рестрикции, сопутствующие развитию фермерства как в традиционном аграрном регионе – Курганской области, так и в других российских регионах. Проведенное эмпирическое исследование (опрос глав фермерских хозяйств относительно сложностей, возникающих в процессе фермерской деятельности, последующий анализ субъективных оценок) подтверждает высокую значимость экономических препятствий (ограниченность аграрных ресурсов, неадекватные цены на ресурсы и продукцию, недостаток финансовых средств и др.) и негативных демографических процессов (имеется в виду, прежде всего, миграция сельского населения в города). Подчеркивается, что такие проблемы, как сокращение численности квалифицированных работников (особенно недостаток узких специалистов), нарушение практики преемственности фермерской деятельности и другие обстоятельства являются серьезной угрозой существования такой формы ведения аграрного производства, как фермерство. В связи с этим отмечается, что совершенствование организационного устройства фермерских хозяйств, позитивные изменения соответствующей рыночной и институциональной среды, разработка адекватных направлений и инструментов поддержки отечественного фермерства способны нейтрализовать (в определенной степени) влияние негативных факторов и ограничений на результаты деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств в современной внешней среде.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, крестьянские (фермерские) хозяйства, рыночная среда, институциональные условия, ограничения развития, аграрная политика.

**Для цитирования:** Головина С. Г., Лоретц Е. Е., Миколайчик И. Н., Смирнова Л. Н. Проблемы развития фермерства в сложившихся условиях среды // Аграрный вестник Урала. 2019. № 8 (187). С. 65–74. DOI: 10.32417/article\_5d908ea8bc65f4.10403668.

**Дата поступления статьи:** 13.06.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Имеющиеся статистические данные по динамике развития крестьянских (фермерских) хозяйств в России демонстрируют, что экономические реформы 90-х годов прошлого столетия обуславливают благоприятное развитие мелкого аграрного производства в отечественном сельском хозяйстве. В числе наиболее значимых мероприятий следует отметить, во-первых, введение частной собственности на землю и ресурсы, во-вторых, реорганизацию сельскохозяйственных предприятий (главным образом, путем их разукрупнения), в-третьих, внедрение в экономику новых моделей управления производством и транзакциями, совместимых с деятельностью крестьянских (фермерских) хозяйств. В результате в соответствии с Законом РСФСР от 22 ноября 1990 г. № 348-1 «О крестьянском (фермерском) хозяйстве», с одной стороны, и в условиях укоренения в общественном сознании значимости мелкого аграрного бизнеса – с другой, с 1990 г.

начинается процесс инициации создания крестьянских (фермерских) хозяйств, функционирование которых в первые годы относительно успешно благодаря активной государственной поддержке. Более того, высокое прикладное значение для идентификации фермерства в качестве основного направления деколлективизации (и индивидуализации) сельского хозяйства имели постулаты зарубежной (а затем и отечественной) науки о преимуществах частной собственности [1, 2].

Определяя роль крестьянских (фермерских) хозяйств в развитии сельского хозяйства Курганской области, важно подчеркнуть, что институциональная среда, тенденции и результаты развития данной формы организации аграрного производства во многом совпадают с таковыми по России в целом. Прежде всего, это касается динамики численности данных хозяйствующих субъектов. Например, если в начале 1990-х годов отмечается интенсивный рост числа крестьянских (фермерских) хозяйств,



то с середины следующего десятилетия данный показатель постоянно снижается при одновременном росте их размеров (таблица 1).

Как показывают статистические данные, наблюдается некоторая положительная динамика развития фермерства как в Российской Федерации в целом, так и в Курганской области в частности (рост размеров фермерских хозяйств, увеличение их доли в производстве сельскохозяйственной продукции) [3]. Однако результаты ретроспективного анализа деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств в отечественной экономике в последние десятилетия позволяют констатировать, что данные хозяйствующие субъекты не только испытывают значительные трудности в процессе основного производства (в ходе утилизации аграрных ресурсов), но и несут существенные потери на дофермерских и постфермерских стадиях производства. Особенно сложными при этом являются процессы формирования взаимовыгодных отношений фермеров с поставщиками ресурсов и переработчиками продукции, а возникающие на данном этапе транзакционные издержки (затраты, связанные с получением информации о контрагентах сделок, ведением переговоров и заключением контрактов, мониторингом и защитой прав собственности) существенно снижают общую эффективность их деятельности. С высокими дополнительными расходами сталкиваются фермеры и на стадии реализации продукции, так как невыгодные для мелких производителей цены, диктуемые переработчиками-монополистами, сопровождаются высокими требованиями к качеству продукции, ее упаковке, транспортировке. Выполнение всех этих (и других) требований обуславливает еще более существенные затраты, которые чаще всего не окупаются [4].

### Методология и методы исследования (Methods)

В итоге на траекторию развития фермерства (число фермерских хозяйств в регионе, их размеры, конкурентоспособность относительно других форм аграрных хозяйств) значительное влияние оказывают сложности и ограничения (институциональные, рыночные и другие), которые испытывают фермеры в процессе своей деятельности. Целью данного исследования в связи с этим является изучение проблем и рестрикций, сопутствующих развитию российского фермерства (на примере традиционного аграрного региона – Курганской области). При этом в качестве научных инструментов и методов используются исторический обзор, теоретические гипотезы, эмпирический анализ.

Скрупулезный исторический экскурс убедительно демонстрирует, что после колоссального роста в 1991–1995 гг. численности фермерских хозяйств в России (с 4000 до 280 000), в последующие годы существенные транзакционные издержки, обусловленные сложившимися институциональными и макроэкономическими условиями, способствовали формированию обратного тренда – перманентному сокращению числа лиц, желающих начать (или продолжить) фермерскую деятельность [4]. Помимо высоких затрат на законодательное оформление вновь образовавшихся хозяйственных единиц, фермеры столкнулись с непреодолимыми сложностями, связанными, во-первых, со слабой материально-технической базой, значительно отличающейся в разрезе хозяйств, во-вторых, с проблемами приобретения необходимых ресурсов, в-третьих, с трудностями реализации продукции. Не менее существенны различия владельцев хозяйств в роде прежних занятий, обустроенности их места жительства, начальных финансовых возможностях,

Таблица 1  
Численность и размеры крестьянских (фермерских) хозяйств в Курганской области

Показатель	1991 г.*	2000 г.	2010 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Число крестьянских (фермерских) хозяйств и глав крестьянских (фермерских) хозяйств <sup>1)</sup> , ед.	17	3773	2383	1222	1181	1186	1162	1175
Площадь предоставленных земельных участков <sup>2)</sup> , тыс. га	1,2	272	306	320	329	359	367	382
Средний размер земельного участка, га	69	72	129	262	278	302	316	325
Доля в структуре продукции сельского хозяйства, %	0,0	4,2	6,9	11,6	11,9	15,9	15,9	18,5

Источник: 1) данные Росстата (Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Курганской области) за соответствующие годы; 2) Курганская область в цифрах. Крат. стат. сб. Курган, 2018. 225 с.

Table 1  
Number and size of family farms in the Kurgan region

Indicator	1991*	2000	2010	2013	2014	2015	2016	2017
The number of family farms <sup>1)</sup> , units	17	3773	2383	1222	1181	1186	1162	1175
Land area <sup>2)</sup> , thsd. ha	1,2	272	306	320	329	359	367	382
Average size of land, hectares	69	72	129	262	278	302	316	325
Share in the structure of agricultural production, %	0,0	4,2	6,9	11,6	11,9	15,9	15,9	18,5

Source: 1) data of Rosstat (Territorial body of the Federal state statistics service of the Kurgan region) for the corresponding years; 2) Kurgan region in numbers. Brief statistical compilation. Kurgan. 2018. 225 p.

лоббирующем потенциале. Причем для многих из них свойственны (особенно на этапе основания хозяйства) предельно ограниченный первоначальный капитал, недостаточные знания и навыки в ведении сельскохозяйственного производства, скудный опыт предпринимательства вообще и в аграрной сфере производства в частности. Помимо отмеченных обстоятельств, в ходе проведенных в начале 1990-х годов опросов отмечались и другие существенные препятствия развития фермерству [4], многие из которых не теряют своей актуальности и сегодня. При этом отдельные хозяйства все же быстрыми темпами создают и укрепляют свою производственную базу (благодаря, например, полученным от реорганизации колхозов и совхозов активам), стремясь расширить обрабатываемые земельные площади (главным образом путем аренды), опираясь при этом на имеющиеся финансовые ресурсы, специальные знания, опыт работы в сельскохозяйственном производстве, предпринимательские способности, обеспечивая тем самым грамотную организацию своей деятельности.

Немаловажный факт: изначальная дифференциация крестьянских (фермерских) хозяйств по стартовым условиям их создания и функционирования обусловила в дальнейшем существенную разницу, сложившуюся между ними по итогам производственной и финансово-экономической деятельности, уровню конкурентоспособности, темпам и перспективам развития. В результате сформировались две группы фермерских хозяйств: 1) адекватно адаптировавшиеся к рыночным условиям благодаря удачно выбранной специализации и диверсификации производства, успешно конкурирующие по качеству производимой продукции и издержкам (производственным, транзакционным) с крупными и эффективными сельскохозяйственными предприятиями; 2) сосредоточившиеся в силу различных причин (в том числе объективных) на краткосрочных стратегиях развития (а чаще всего – стратегиях выживания), эффективно функционирующие лишь при условии государственной поддержки и, как следствие, обрекаемые на исчезновение при ее отсутствии. При идентификации места фермерского сектора в сельском хозяйстве страны и ее регионах необходимо учитывать, таким образом, во-первых, уровень развития хозяйств и имеющиеся возможности для успешного функционирования в сложившейся внешней среде; во-вторых, тренды изменения рыночных и институциональных условий деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств (а также адаптивность фермерских хозяйств к модификации этих условий); в-третьих, препятствия, ограничения, угрозы, определяющие (наряду с преимуществами, возможностями и стимулами) перспективы развития фермерства в будущем. При этом важны не только теоретические выводы, предлагаемые современной экономической наукой по проблемам развития мелкого аграрного производства в целом и его уникальной организационной формы (фермерства) в частности, но и эмпирические изыскания, построенные в том числе на субъективных оценках самих фермеров.

Рассматривая потенциал различных теоретических подходов в определении перспектив развития фермер-

ства, следует отметить высокую значимость общетеоретических изысканий, осуществляемых в рамках институционального анализа как зарубежными учеными-экономистами (А. Алчиан, Й. Барцель, С. Гроссман, Х. Демсец, М. Дженсен, Р. Коуз, Б. Клейн, Д. Крепса, Д. Норт, С. Пейович, Р. Познер, Р. Рихтер, Д. Тис, О. Уильямсон, Э. Фуруботн, Е. Фама, Е. Харт, Х. Хансман и многие другие), так и отечественными (Р. И. Капелюшников, Д. С. Львов, В. Л. Макаров, Р. М. Нуреев, А. П. Олейников, В. Л. Тамбовцев, А. Е. Шаститко и др.). В последние десятилетия результативными усилиями в прикладных исследованиях функционирования различных организационных форм бизнеса также отличается именно институциональный подход, который позволяет, во-первых, связать деятельность фермерских хозяйств с характером окружающей их среды [5, 6], во-вторых, сфокусироваться на различных аспектах организационных инноваций в современной фермерской деятельности [7, 8], в-третьих, специфицировать возможности фермерских хозяйств в преодолении возникающих на пути их развития тех или иных сложностей [9, 10]. Важные теоретические гипотезы относительно перспектив развития данной формы организации сельскохозяйственного производства (фермерства) невозможно верифицировать без субъективных оценок глав фермерских хозяйств по поводу воздействия различных факторов (позитивных и негативных, ранжированных в исследовании по степени влияния на результаты функционирования хозяйств) на деятельность организаций. В связи с этим в основу эмпирических изысканий в данном исследовании были положены материалы широкомасштабного обследования, проведенного в 2015–2016 гг. на территории Курганской области. С помощью разработанной в рамках исследуемой проблемы структурированной анкеты было опрошено более 160 глав крестьянских (фермерских) хозяйств, однако корректными (с точки зрения полноты ответов) признаны 158 наблюдений (часть ответов была исключена из выборки из-за отсутствия информации по доходам). Помимо вопросов, позволяющих получить некоторое представление об опрашиваемых (их возраст, образование, размер хозяйств и т. д.), респондентам было также предложено высказать свое мнение о рисках, проблемах, ограничениях в развитии фермерства в регионе. Именно эти аспекты подлежали анализу в данном эпизоде исследования.

Для оценок в ходе опроса был предложен широкий спектр возможных проблем, отмеченных ранее самими фермерами в ходе индивидуальных бесед:

- 1) высокие цены на специфические аграрные ресурсы (семена, удобрения, корма);
- 2) неадекватные (завышенные) цены на топливо (горюче-смазочные материалы);
- 3) ограниченные возможности приобретения современной техники;
- 4) неравный (по сравнению с крупными хозяйствами) доступ к аграрным рынкам (как следствие – неблагоприятные для фермеров цены на реализуемую продукцию);
- 5) отсутствие условий длительного хранения продукции;

- 6) ограниченный доступ к финансовым ресурсам;
- 7) высокие налоги;
- 8) низкое качество ветеринарных услуг;
- 9) отсутствие необходимого для главы хозяйства опыта;
- 10) недостаток квалифицированных работников;
- 11) ограниченность земельных площадей;
- 12) несовершенство информации и консультационных услуг;
- 13) низкий уровень государственной поддержки.

Степень значимости проблем оценивалась баллами от 1 до 5: 1 – важнейшая проблема; 2 – значимая проблема; 3 – проблема существует; 4 – проблема несущественная; 5 – совсем не проблема.

### Результаты (Results)

Прежде всего, необходимо отметить, что при всей сложности перечисленных проблем наиболее важными (с позиции самих фермеров и независимо от размеров хозяйств) считаются высокие цены на ресурсы, причем как на специфические аграрные (семена, корма, удобрения и т. д.), так и на универсальные (например, горюче-смазочные материалы). Подчеркнем, что проблема диспаритета цен на продукцию и ресурсы, являясь сложной для хозяйств всех организационных форм, для фермерских хозяйств выступает, по сути, существенной угрозой их жизнедеятельности. Не менее значима для фермеров и такая проблема, как отсутствие (или ограниченность) государственной поддержки (таблица 2).

Таблица 2  
Ранжирование главами крестьянских (фермерских) хозяйств степени значимости различных проблем (группировка по размерам хозяйств, га)

Оцениваемые аспекты	1–200	201–400	401–600	601–800	801–1000	1001–2000	2001 и более	В среднем по всем хозяйствам
Высокие цены на ресурсы (семена, удобрения, корма)	2	2	2	2	1	1	2	2
Завышенные цены на топливо	1	1	1	1	1	1	1	1
Ограниченные возможности приобретения техники	4	6	4	8	2	2	6	5
Неравный доступ к аграрным рынкам	5	4	3	5	5	4	5	4
Отсутствие условий длительного хранения продукции	8	9	8	9	7	5	8	9
Ограниченный доступ к финансовым ресурсам	7	7	6	6	6	4	3	7
Высокие налоги	4	5	5	4	7	3	6	6
Низкое качество ветеринарных услуг	9	9	9	10	4	6	7	10
Отсутствие необходимых для главы хозяйства компетенций и опыта	10	11	11	12	8	8	10	12
Недостаток квалифицированных работников	6	8	7	7	7	5	10	8
Ограниченность земельных площадей	11	10	10	8	4	9	9	11
Несовершенство информации и консультационных услуг	12	11	11	11	8	7	11	13
Низкий уровень государственной поддержки	3	3	3	3	3	2	4	3

Table 2  
Ranking by farm heads the significance of various problems (grouped by size of the farms, ha)

Valued aspects	1–200	201–400	401–600	601–800	801–1000	1001–2000	2001 and more	In average for all farms
The high prices of inputs (seeds, fertilizers, feed)	2	2	2	2	1	1	2	2
Inflated fuel prices	1	1	1	1	1	1	1	1
Limited opportunities for acquiring technology	4	6	4	8	2	2	6	5
Unequal access to agricultural markets	5	4	3	5	5	4	5	4
Lack of conditions for long term storage products	8	9	8	9	7	5	8	9
Limited access to financial resources	7	7	6	6	6	4	3	7
High taxes	4	5	5	4	7	3	6	6
Poor quality of veterinary services	9	9	9	10	4	6	7	10
Lack of necessary competencies and experience (for farmers)	10	11	11	12	8	8	10	12
Lack of skilled workers	6	8	7	7	7	5	10	8
Limited land areas	11	10	10	8	4	9	9	11
Imperfect information and consulting services	12	11	11	11	8	7	11	13
The low level of government support	3	3	3	3	3	2	4	3

В свою очередь, в разрезе размеров хозяйств очевидно, что главы хозяйств средних размеров особо подчеркивают следующие проблемы, влияющие на их деятельность: ограниченные возможности приобретения современной техники; затрудненный доступ к финансовым ресурсам; ограниченные земельные площади и сложности с их расширением. Что касается самых крупных фермерских хозяйств Курганской области, то для них характерна такая проблема, как отсутствие необходимого количества высококвалифицированных работников.

Идентификация значимости тех или иных проблем для фермеров разных возрастных групп также представляет научный интерес. Так, если для молодых фермеров и представителей средней возрастной группы существенной (помимо отмеченных всеми высокими цен на ресурсы и скудной государственной поддержки) является проблема технического перевооружения, то представители пожилого поколения подобной проблемы почти не отмечают (используют всесторонние долгосрочные отношения для привлечения финансовых ресурсов и лоббирования решения многих проблем). Более высокий уровень образования молодежи и использование современных средств получения информации позволяют фермерам первых

двух возрастных групп не отмечать в качестве значимых проблем такие из них, как, во-первых, недостаток необходимого для управления опыта, во-вторых, отсутствие доступа к информации (таблица 3).

В целом подчеркнем, что основные трудности, препятствующие развитию отечественного фермерства, имеют все же экономическую природу. Что же касается проблем социального, исторического, этического плана, безусловно, они имеют место, однако многими фермерами в частных беседах оцениваются как низкосignificance. Так, институциональные ограничения, например, имеют самое непосредственное отношение к результатам деятельности, но для большинства опрошенных фермеров институциональная среда (особенно с точки зрения законодательства и регуляций) остается относительно стабильной и потому не является источником серьезных ограничений.

Таким образом, очевидно, что для успешного функционирования фермерских хозяйств в первую очередь необходимо решение проблем экономического происхождения, а именно: 1) адекватный доступ к аграрным рынкам; 2) приемлемые цены на используемые ресурсы и выпускаемую продукцию; 3) должное внимание

Таблица 3  
Ранжирование главами крестьянских (фермерских) хозяйств степени значимости различных проблем (группировка по возрасту фермеров, лет)

Оцениваемые аспекты	25–45 лет	46–65 лет	66 лет и старше
Высокие цены на ресурсы (семена, удобрения, корма)	2	2	1
Завышенные цены на топливо	1	1	1
Ограниченные возможности приобретения техники	5	4	8
Неравный доступ к аграрным рынкам	6	5	5
Отсутствие условий длительного хранения продукции	10	9	6
Ограниченный доступ к финансовым ресурсам	7	7	5
Высокие налоги	4	6	2
Низкое качество ветеринарных услуг	9	10	4
Отсутствие необходимых для главы хозяйства компетенций и опыта	12	12	7
Недостаток квалифицированных работников	8	8	3
Ограниченность земельных площадей	11	11	8
Несовершенство информации и консультационных услуг	13	13	8
Низкий уровень государственной поддержки	3	3	6

Table 3  
Ranking by farm heads the significance of various problems (grouped by age farmers, years)

Valued aspects	25–45 years old	46–65 years old	66 years old and older
The high prices of inputs (seeds, fertilizers, feed)	2	2	1
Inflated fuel prices	1	1	1
Limited opportunities for acquiring technology	5	4	8
Unequal access to agricultural markets	6	5	5
Lack of conditions for long term storage products	10	9	6
Limited access to financial resources	7	7	5
High taxes	4	6	2
Poor quality of veterinary services	9	10	4
Lack of necessary competencies and experience (for farmers)	12	12	7
Lack of skilled workers	8	8	3
Limited land areas	11	11	8
Imperfect information and consulting services	13	13	8
The low level of government support	3	3	6



повышению квалификации глав фермерских хозяйств, предоставление им информационных и консультационных услуг; 4) создание условий для развития инновационной деятельности и реализации активных инвестиционных стратегий. Особого внимания при этом заслуживают современные направления, инструменты и размеры государственной поддержки фермерства, особенно в условиях высоких рисков и неопределенности окружающей среды [11].

Не менее значимы субъективные оценки глав фермерских хозяйств в отношении таких показателей, как, во-первых, их финансовое состояние и общее благополучие, во-вторых, прогнозы дальнейшей деятельности. Основой для обобщения послужили ответы на следующие вопросы:

I. Каким образом Вы оцениваете экономическое состояние Вашего хозяйства в последние годы (ответы градируются от 1 до 5 баллов: 1 – отлично; 2 – хорошо; 3 – не хорошо и не плохо; 4 – плохо; 5 – очень плохо)?

II. Дайте, пожалуйста, оценку экономической ситуации Вашего хозяйства, сравнив ее с таковой десять лет назад (варианты ответов: 1 – намного лучше; 2 – лучше; 3 – не лучше и не хуже; 4 – хуже; 5 – существенно хуже).

III. Каков, на Ваш взгляд, прогноз экономической ситуации через пять лет (варианты ответов: 1 – намного лучше; 2 – лучше; 3 – не лучше и не хуже; 4 – хуже; 5 – существенно хуже)?

IV. Оцените, пожалуйста, финансовую ситуацию Вашей семьи (ответы: 1 – доход семьи достаточен для удовлетворения ежедневных потребностей и приобретения товаров длительного пользования; 2 – доход семьи достаточен для удовлетворения ежедневных потребностей, но не для приобретения товаров длительного пользования; 3 – доход семьи достаточен лишь для удовлетворения самых необходимых потребностей (продукты питания, самая необходимая одежда и т. д.); 4 – доход семьи достаточен лишь для удовлетворения потребности в продуктах питания; 5 – испытываем сложности в приобретении даже самого необходимого для нормальной жизни семьи.

V. Какова, по Вашему мнению, финансовая ситуация Вашей семьи по сравнению с соседями-селянами (варианты ответов: 1 – намного лучше средней; 2 – лучше средней; 3 – аналогично средней; 4 – хуже средней; 5 – существенно хуже средней).

По итогам анализа основных результатов опроса были сделаны некоторые выводы. Прежде всего, следует отметить существенную дифференциацию в оценках фермеров таких показателей, как, во-первых, экономическая ситуация в принадлежащих им хозяйствах, во-вторых, финансовое состояние семьи (таблица 4).

Наиболее высокая оценка (в среднем) дается в отношении финансовой ситуации семьи фермера и прогноза

Таблица 4  
Оценка главами крестьянских (фермерских) хозяйств экономического состояния хозяйства и финансового состояния семьи (группировка по размеру земельной площади, га)

Размер земельной площади, га	Число хозяйств в группе	Оценка экономического состояния хозяйства в последние годы	Оценка экономической ситуации хозяйства в сравнении с таковой десять лет назад	Прогнозирование экономической ситуации хозяйства через пять лет	Оценка финансовой ситуации фермерской семьи	Оценка финансовой ситуации семьи по сравнению с соседями-селянами
1–200	63	3,1	2,7	2,4	2,5	2,7
201–400	33	3,1	2,8	2,4	2,1	2,4
401–600	20	3,2	2,7	2,6	2,4	2,8
601–800	11	3,1	3,0	2,5	2,2	2,5
801–1000	4	2,8	2,5	2,8	2,3	3,0
1001–2000	19	2,7	2,5	2,7	1,9	2,3
2001 и более	8	3,5	2,8	2,1	1,9	2,4
В среднем	Всего 158	3,1	2,7	2,5	2,3	2,6

Table 4  
Estimation by farm heads the economic condition of the farm and financial condition of the family (grouped by size of land area, ha)

The size of land area, ha	The number of farms in the group	Assessment of economic condition of the farm in recent years	Assessment of economic situation of the farm in comparison with that of ten years ago	Forecasting the economic situation of the farm within next five years	Assessment of financial situation of the family	Assessment of the financial situation of the family compared to neighbors
1–200	63	3,1	2,7	2,4	2,5	2,7
201–400	33	3,1	2,8	2,4	2,1	2,4
401–600	20	3,2	2,7	2,6	2,4	2,8
601–800	11	3,1	3,0	2,5	2,2	2,5
801–1000	4	2,8	2,5	2,8	2,3	3,0
1001–2000	19	2,7	2,5	2,7	1,9	2,3
2001 and more	8	3,5	2,8	2,1	1,9	2,4
In average	Total: 158	3,1	2,7	2,5	2,3	2,6

## Оценка главами крестьянских (фермерских) хозяйств экономического состояния их хозяйства и финансового состояния семьи (группировка по возрасту фермеров, лет)

Возраст, лет	Число хозяйств в группе	Оценка экономического состояния хозяйства в последние годы	Оценка экономической ситуации хозяйства в сравнении с таковой десять лет назад	Прогнозирование экономической ситуации хозяйства через пять лет	Оценка финансовой ситуации фермерской семьи	Оценка финансовой ситуации семьи по сравнению с соседями-селянами
25–45	57	3,1	2,7	2,4	2,3	2,5
46–65	94	3,1	2,7	2,5	2,3	2,6
66 и старше	7	2,7	2,9	2,6	1,9	2,6

Table 5

## Estimation by farm heads the economic condition of the farm and financial condition of the family (group by age farmers, years)

Age, years	The number of farms in the group	Assessment of economic condition of the farm in recent years	Assessment of economic situation of the farm in comparison with that of ten years ago	Forecasting the economic situation of the farm within next five years	Assessment of financial situation of the family	Assessment of the financial situation of the family compared to neighbors
25–45	57	3,1	2,7	2,4	2,3	2,5
46–65	94	3,1	2,7	2,5	2,3	2,6
66 and older	7	2,7	2,9	2,6	1,9	2,6

развития хозяйства на ближайшие пять лет. Что же касается состояния фермерского хозяйства на протяжении последних лет и прогнозов экономической стабильности на следующее десятилетие (практически все участвующие в опросе главы крестьянских (фермерских) хозяйств основали свой бизнес более десяти лет назад), то данные показатели оцениваются на среднем уровне («не хорошо и не плохо», «не хуже и не лучше» соответственно). Причем положительные оценки и оптимистичные прогнозы наблюдаются у глав более крупных хозяйств (особенно относительно благополучия семьи и возможностей осуществления различного вида расходов). В оценках экономической ситуации в хозяйстве (на момент опроса) более позитивно настроены владельцы хозяйств средних размеров, а в прогнозах – опять же главы крупных фермерских структур.

В разрезе возрастной структуры фермеров существенной дифференциации по опрашиваемым аспектам в целом почти не наблюдается (таблица 5). Можно отметить лишь некоторую разницу в оценках финансового состояния семьи: более положительно ее оценивают фермеры старшей возрастной группы (66 лет и старше). Аналогичная разница представлена и в идентификации результатов текущей деятельности хозяйства.

**Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)**

Таким образом, можно сделать вывод, что значимые ограничения развития крестьянских (фермерских) хозяйств связаны в большей мере с отмеченными выше экономическими препятствиями роста производства, а именно с ограниченностью основных специфических ресурсов (земли и труда), высокой (недостижимой для семейных фермерских хозяйств) потребностью в финансовом капитале для будущих инвестиций, смещением структуры используемых факторов производства от труда к капиталу, несоответствием компетенций и профессиональной подготовки членов (и глав) фермерских

хозяйств требованиям современного производства. Относительно последнего следует отметить, что сложившиеся в последние десятилетия демографические процессы (в частности миграция населения из сельских районов в города), ограничивая доступность рабочей силы (как семейного, так и наемного труда), сокращая возможности отбора квалифицированных работников, представляют (помимо сложностей, обусловленных недостатком земли и финансовых средств) не просто значимую проблему для деятельности фермерских хозяйств, а, по сути, серьезную угрозу их функционированию [12]. Более того, технический прогресс и рост размеров фермерских хозяйств обуславливают потребность в узких специалистах, сложности в привлечении которых испытывают даже крупные (инвестороориентированные) предприятия. В фермерских хозяйствах, как правило, возможности использования высококвалифицированных профессионалов еще более скромные. Помимо этого, важнейшей социальной угрозой для фермерства становится нарушение такой традиции, как передача семейного бизнеса от поколения к поколению, что (прерывая практику преемственности фермерской деятельности) грозит существованию данной формы аграрной деятельности в целом [13].

Обобщая результаты эмпирических исследований относительно сложностей и препятствий, возникающих на пути развития современных фермерских хозяйств, следует сделать несколько конструктивных выводов. Прежде всего, отметим, что фермерская деятельность в отечественной аграрной экономике сталкивается как с положительными моментами, в основе которых те или иные позитивные изменения, происходящие в обществе и экономике, так и проблемами, обусловленными главным образом характеристиками внешней среды (как рыночной, так и институциональной). С одной стороны, например, созданы основные условия эффективной деятельности данной формы организации сельскохозяйственного про-

изводства, а именно ликвидирована государственная монополия на землю; создаются формальные и неформальные условия для доступа фермерских хозяйств к различным аграрным рынкам; растут размеры фермерских хозяйств и (для крупных из них) возможности привлечения дополнительных ресурсов (финансовых, трудовых и т. д.); осуществляется целенаправленная государственная политика поддержки фермерской деятельности. Однако, с другой стороны, имеют место множество трудностей и проблем, сдерживающих существенный прогресс в развитии фермерства, ставящих их в неравные условия с другими участниками аграрного бизнеса, ведущие к низкой эффективности использования потенциала данного организационного феномена, сокращающие возможности позитивного влияния данных хозяйственных единиц на уровень жизни сельского населения и развитие сельских территорий.

Результаты исследования более широкого контента фермерской деятельности (форм ее организации, в том числе) позволяют сделать вывод о том, что, несмотря на слабые (перечисленные выше) стороны функционирования семейного фермерского хозяйства, перспективы сохранения данной формы организации сельскохозяйственного производства все же существуют и связаны, прежде всего, с возможностями ее гибкой адаптации к меняющемуся (и все более дифференцированному) потребительскому спросу на сельскохозяйственную продукцию. Следуя потребительским предпочтениям, смещающимся в сторону сельскохозяйственной продукции, производимой на той или иной территории, обязательно экологически чистой и с определенными параметрами качества, фермерские хозяйства занимают непосредственно те ниши, которые для них более доступны и адекватны по сравнению с крупными (корпоративными) организациями [13].

И еще одно важное заключение. Характеристики среды, в которых функционируют крестьянские (фермерские) хозяйства в настоящее время (существование отмеченных в ходе исследования проблем, активная инкорпорация в экономику отрасли капиталоемких технологий, нарушение преемственности в фермерской

деятельности, ограниченность трудовых ресурсов в силу демографических процессов), требуют институциональных изменений различного плана, причем как внутренних (модификация организационного устройства), так и внешних (совершенствование законодательства). Даже если принимать в расчет сугубо экономическую мотивацию деятельности фермерских хозяйств (максимизацию прибыли, рост конкурентоспособности), то в сложившихся условиях решение проблемы возможно лишь путем сокращения издержек и повышения отдачи от вложенных средств. Причем, если производственные издержки и возникающие технологические риски можно сократить путем технологических инноваций, то транзакционные издержки можно уменьшить лишь путем изменения реализуемых стратегий и совершенствования организационного устройства хозяйства [14]. Таким образом, практически все главы фермерских хозяйств в мобильной внешней среде находятся в ситуации выбора, а именно: 1) продвигаться по пути традиционного фермерства, развиваясь за счет поиска уникальных ниш в производстве сельскохозяйственной продукции, сохраняя семейные основы фермерского бизнеса, уделяя должное внимание неэкономическим (социальным, экологическим) целям функционирования; 2) сосредоточиться на существенной трансформации своего организационного устройства, ориентируясь на сугубо предпринимательские цели, существенно расширяя деятельность за счет активного привлечения всех видов ресурсов (земли, труда, финансовых средств), внедряя инвесторориентированные элементы в структуру собственности, управления и организации производства, фокусируясь на индустриальных стратегиях и инновациях. Как показывают теория и практика, оба направления имеют право на существование, способствуя сохранению данного феномена (фермерства) в сельском хозяйстве и обеспечивая, таким образом, необходимые условия для развития сельских территорий (сообществ) путем реализации различных аспектов многофункциональности деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств.

#### Благодарности (Acknowledgements)

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 19-410-450004.

#### Об авторах:

Светлана Георгиевна Головина<sup>1</sup>, доктор экономических наук, профессор, ведущий специалист отдела по научной, инновационной работе и докторантуре, [kkrav84@mail.ru](mailto:kkrav84@mail.ru)

Екатерина Евгеньевна Лоретц<sup>1</sup>, аспирант, +7 922 149-06-57

Иван Николаевич Миколайчик<sup>2</sup>, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, декан факультета биотехнологий, +7 912 522-64-64

Лидия Николаевна Смирнова<sup>2</sup>, кандидат педагогических наук, доцент кафедры экономики и организации агробизнеса, +7 912 212-68-17

<sup>1</sup>Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Курганская государственная сельскохозяйственная академия, Курган, Россия

#### Библиографический список

1. Blanc M. Family farming in a changing world // *Sociologia Ruralis*. 1994. Vol. 34 (No. 4). Pp. 279–292.
2. Prosterman R., Mitchell R. Prospects for Family Farming in Russia // *Europe Asia Studies*. 1997. Vol. 49 (8). Pp. 1383–1407.
3. Мыльников Е. А., Головина С. Г., Володина Н. Д., Смирнова Л. Н. Развитие фермерства в Курганской области: условия и перспективы // *Экономика сельского хозяйства России*. 2018. № 3. С. 6–12.

4. Головина С. Г., Мылъников Е. А., Смирнова Л. Н., Лоретц Е. Е. О фермерстве и кооперации. Екатеринбург: изд-во Уральского ГАУ, 2019. 296 с.
5. Petrick M. Incentive provision to farm workers in post-socialist settings: Evidence from East Germany and North Kazakhstan // *International Food and Agribusiness Management Review*. 2017. Vol. 20. Pp. 239–256.
6. Burkitbayeva S., Swinnen J. Smallholder agriculture in transition economies // *Journal of Agrarian Change*. 2018. Vol. 18 (4). Pp. 882–892.
7. Wegren S. The „left behind,,: Smallholders in contemporary Russian agriculture // *Journal of Agrarian Change*. 2018. Vol. 18 (4). Pp. 913–925.
8. Cook M. L., Grashuis J. Theory of Cooperatives: Recent Developments. In: *Routledge Handbook of Agricultural Economics*. New York: Routledge, 2018. Pp. 372–392.
9. Calus M., Huylenbroeck G. The persistence of family farming: a review of explanatory socio-economic and historical factors // *Journal of Comparative Studies*. 2010. Vol. 41 (5). – Pp. 639–660.
10. Andreoli M., Tellarini V. Farm sustainability evaluation: methodology and practice // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2000. Vol. 77 (1-2). Pp. 43–52.
11. Wegren S., O'Brien D. Introduction to symposium: Smallholders in communist and postcommunist societies // *Journal of Agrarian Change*. 2018. Vol. 18 (4). Pp. 869–881.
12. Van Assche K., Verschraegen G., Valentinov V., Gruezmacher M. The social, the ecological, and the adaptive. Von Bertalanffy's general systems theory and the adaptive governance of social-ecological systems // *Systems Research and Behavioral Science*. 2019. Vol. 36 (3). Pp. 308–321.
13. Unay Gailhard I., Bojnec S. The impact of green economy measures on rural employment: Green jobs in farms // *Journal of Cleaner Production*. 2019. No. 208. Pp. 541–551.
14. Golovina S., Hess S., Nilsson J., Wolz A. Networking among Russian farmers and their prospects for success // *Post-Communist Economies*. 2019. Vol. 31 (4). Pp. 484–499.

## Problems of farming development in current environment

S. G. Golovina<sup>1</sup>✉, E. E. Loretts<sup>1</sup>, I. N. Mikołaychik<sup>2</sup>, L. N. Smirnova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>Kurgan State Agricultural Academy, Kurgan, Russia

✉E-mail: kkrav84@mail.ru

**Abstract.** The article presents the results of analytical work on the problems of Russian family farms functioning both at the stage of their formation and at the stage of their development in the conditions of modern socio-economic and institutional environment (by the example of the Kurgan region). The dynamics of family farms number and the main results of their functioning confirm the existence of certain difficulties and limitations in the development of domestic farming. Based on the historical review, theoretical hypotheses, empirical data, the problems and restrictions accompanying the development of farming in the traditional agrarian region (the Kurgan region) and other Russian regions are analyzed. An empirical study (survey of farm heads regarding the difficulties encountered in the process of farming, the subsequent analysis of their subjective assessments) confirms the high importance of economic obstacles (limitation of agricultural resources, inadequate prices for resources and products, lack of financial resources, etc.) and negative demographic processes (first of all, the migration of rural population to the cities). It was emphasized that such problems as reducing the number of skilled workers (especially the lack of narrow specialists), the violation of the practice of continuity of farming and other circumstances are serious threats to the existence of such form of agricultural production as farming. In this regard, it was noted that the improvement of organizational structure of farms, positive changes in the relevant market and institutional environment, the development of adequate directions and tools to support domestic farming can neutralize (to a certain extent) the impact of negative factors and restrictions on the performance of family farms in modern external environment.

**Keywords:** agriculture, family farms, market environment, institutional conditions, development constraints, agricultural policy.

**For citation:** Golovina S. G., Loretts E. E., Mikołaychik I. N., Smirnova L. N. Problemy razvitiya fermerstva v slozhivshikh usloviyakh sredy [Problems of farming development in current environment] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019. No. 08 (187). Pp. 65–74. DOI: 10.32417/article\_5d908ea8bc65f4.10403668. (In Russian.)

### References

1. Blanc M. Family farming in a changing world // *Sociologia Ruralis*. 1994. Vol. 34 (No. 4). Pp. 279–292.
2. Prosterman R., Mitchell R. Prospects for Family Farming in Russia // *Europe Asia Studies*. 1997. Vol. 49 (8). Pp. 1383–1407.
3. Myl'nikov E. A., Golovina S. G., Volodina N. D., Smirnova L. N. Razvitiye fermerstva v Kurganskoy oblasti: usloviya i perspektivy [Farming development in the Kurgan region: conditions and perspectives] // *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*. 2018. No. 3. Pp. 6–12. (In Russian.)



4. Golovina S. G., Myl'nikov E. A., Smirnova L. N., Loretts E. E. O fermerstve i kooperatsii [About farming and cooperation]. Ekaterinburg: Publishing house of Ural State Agrarian University, 2019. 296 p. (In Russian.)
5. Petrick M. Incentive provision to farm workers in post-socialist settings: Evidence from East Germany and North Kazakhstan // *International Food and Agribusiness Management Review*. 2017. Vol. 20. Pp. 239–256.
6. Burkitbayeva S., Swinnen J. Smallholder agriculture in transition economies // *Journal of Agrarian Change*. 2018. Vol. 18 (4). Pp. 882–892.
7. Wegren S. The „left behind,,: Smallholders in contemporary Russian agriculture // *Journal of Agrarian Change*. 2018. Vol. 18 (4). Pp. 913–925.
8. Cook M. L., Grashuis J. Theory of Cooperatives: Recent Developments. In: *Routledge Handbook of Agricultural Economics*. New York: Routledge, 2018. Pp. 372–392.
9. Calus M., Huylenbroeck G. The persistence of family farming: a review of explanatory socio-economic and historical factors // *Journal of Comparative Studies*. 2010. Vol. 41 (5). – Pp. 639–660.
10. Andreoli M., Tellarini V. Farm sustainability evaluation: methodology and practice // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2000. Vol. 77 (1-2). Pp. 43–52.
11. Wegren S., O'Brien D. Introduction to symposium: Smallholders in communist and postcommunist societies // *Journal of Agrarian Change*. 2018. Vol. 18 (4). Pp. 869–881.
12. Van Assche K., Verschraegen G., Valentinov V., Gruezmacher M. The social, the ecological, and the adaptive. Von Bertalanffy's general systems theory and the adaptive governance of social-ecological systems // *Systems Research and Behavioral Science*. 2019. Vol. 36 (3). Pp. 308–321.
13. Unay Gailhard I., Bojnec S. The impact of green economy measures on rural employment: Green jobs in farms // *Journal of Cleaner Production*. 2019. No. 208. Pp. 541–551.
14. Golovina S., Hess S., Nilsson J., Wolz A. Networking among Russian farmers and their prospects for success // *Post-Communist Economies*. 2019. Vol. 31 (4). Pp. 484–499.

#### *Authors' information:*

Svetlana G. Golovina<sup>1</sup>, doctor of economic sciences, professor, leading specialist of the department on scientific, innovative work and doctorate, *kkrav84@mail.ru*

Ekaterina E. Loretts<sup>1</sup>, postgraduate student, +7 922 149-06-57

Ivan N. Mikołaychik<sup>2</sup>, doctor of agricultural sciences, professor, dean of the Faculty of biotechnology, +7 912 522-64-64

Lidiya N. Smirnova<sup>2</sup>, candidate of pedagogical sciences, associate professor of the Department of economics and organization of agribusiness, +7 912-212-68-17

<sup>1</sup>Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>Kurgan State Agricultural Academy, Kurgan, Russia

## Грантовая поддержка реализации государственных программ и проектов по развитию крестьянских (фермерских) хозяйств: опыт региона и ключевые проблемы

Р. Т. Латыпов<sup>1</sup>, Г. П. Малейкина<sup>1</sup>, А. В. Ручкин<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup>Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉E-mail: alexeyruchkin87@gmail.com

**Аннотация.** Цель. Проанализировать механизм грантовой поддержки как основного мероприятия государственных программ развития крестьянских (фермерских) хозяйств в Свердловской области. В основе методологии исследования заложены принципы системного подхода, основные методы – статистический, структурный и корреляционный виды анализа. Для достижения указанной цели, используя данные методы, авторы опираются на действующее законодательство, статистические данные, исследования ученых и отчетные документы органов власти в целях верификации собственных полученных результатов. **Научная новизна** состоит в определении факторов, сдерживающих устойчивое развитие деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств, а также основных направлений дальнейших исследований и разработок механизмов совершенствования инструментов реализации государственной политики в сельском хозяйстве. Выявление ключевых недостатков действующего инструментария необходимо в силу изменений законодательства, внедрения проектного подхода в государственном управлении, что, по мнению авторов, существенно изменить набор факторов, влияющих на развитие данного сектора экономики. **Практическая значимость.** Авторами дана оценка грантовой поддержки крестьянских (фермерских) хозяйства Свердловской области, в том числе в разрезе муниципальных образований, определен показатель доступности грантов, выявлены проблемы механизмов поддержки фермеров в Свердловской области, закрепленные в государственной программе развития агропромышленного комплекса Свердловской области. Также авторами определена эффективность расходования бюджетных средств, выделенных в качестве грантов для крестьянских (фермерских) хозяйств. Полученные авторами результаты могут быть использованы в деятельности органов государственной власти и местного самоуправления независимо от территориального расположения в целях трансформации механизмов грантовой поддержки, методического сопровождения крестьянских (фермерских) хозяйств.

**Ключевые слова:** государственная политика, грантовая поддержка, крестьянские (фермерские) хозяйства, факторы сдерживания, коэффициент доступности.

**Для цитирования:** Латыпов Р. Т., Малейкина Г. П., Ручкин А. В. Грантовая поддержка реализации государственных программ и проектов по развитию крестьянских (фермерских) хозяйств: опыт региона и ключевые проблемы // Аграрный вестник Урала. 2019. № 8 (187). С. 75–90. DOI: 10.32417/article\_5d908ec8145d33.94927172.

**Дата поступления статьи:** 06.08.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что в современных экономических условиях значительно возрастает роль фермерского сектора экономики в организации аграрного производства и предпринимательства [1].

В настоящее время финансово-экономические механизмы государственной поддержки развития приоритетных направлений и отраслей сельского хозяйства, в том числе крестьянских (фермерских) хозяйств, реализуются в рамках отраслевых государственных программ [2, 3, 4].

Главным событием текущего момента можно назвать старт реализации федерального проекта «Создание системы поддержки фермеров и развитие сельской кооперации», определенного в Указе Президента Российской Федерации [5].

Проект предусматривает создание условий роста доходности крестьянских (фермерских) хозяйств и стимулирования прироста их количества, а также оптимизацию реализуемых механизмов государственной поддержки фермеров и сельскохозяйственных кооперативов в целях содействия производству и сбыту сельскохозяйственной продукции.

Таким образом, вопросы развития малых форм хозяйствования, их финансовая и имущественная поддержка являются одним из приоритетов деятельности как на федеральном, так и на региональном уровне.

Проблематике развития малых форм аграрного производства посвящены исследования многих ученых экономистов-аграрников. Определенный вклад в исследование теории и практическое развитие крестьянских хозяйств

внесли такие ученые, как О. Д. Рубаева [6], С. С. Сушенцова [7], С. Г. Головина [8] и другие.

Вопросам развития хозяйств малого аграрного производства и направлениям их государственной поддержки посвящены работы Р. Beck [9], I. Bhakta [10], J. Mroczkowska [11], D. Blandford [12], S. K. Wegren [13], А. Н. Семина [14], В. М. Шараповой и Н. В. Шараповой [15], З. Т. Вахитовой [16] и других.

Вместе с тем в настоящее время развиваются новые направления и механизмы государственной поддержки крестьянских (фермерских) хозяйств, роль которых в развитии фермерского сектора еще недостаточно изучена, что определяет научную и практическую актуальность темы исследования.

### Методология и методы исследования (Methods)

Авторами использованы следующие методы исследования: статистический – при анализе официальной статистики для определения эффективности реализации государственных программ и проектов, структурный – в целях структуризации действующих мер поддержки крестьянских (фермерских) хозяйств, аналитический – для определения специфики и основных недостатков применяемых методов и инструментов государственной поддержки, корреляционный анализ в части оценки доступности грантовой поддержки.

Базой исследований послужили законодательные и нормативные акты Российской Федерации и Свердловской области, в том числе государственные программы, реализуемые в сфере агропромышленного комплекса, официальные материалы государственной статистики, материалы научных конференций, семинаров, публикации по исследуемой тематике, интернет-сайты, ведомственные отчеты Министерства АПК Свердловской области.

### Результаты (Results)

Одной из задач, реализуемых в рамках областной госпрограммы «Развитие агропромышленного комплекса и потребительского рынка Свердловской области до 2024 года», является поддержка малых форм хозяйствования, которая включает мероприятия по поддержке начинающих фермеров и развитию семейных животноводческих ферм [3].

Начиная с 2017 года порядок предоставления грантов фермерам утвержден постановлением Правительства Свердловской области [17], а право на получение грантов имеют крестьянские (фермерские) хозяйства, которые созданы в соответствии с положениями Федерального закона «О крестьянском (фермерском) хозяйстве», если зарегистрированы и осуществляют деятельность на сельской территории Свердловской области. Основные условия, требования к грантополучателям и цели предоставления грантов в рамках направлений «Начинающий фермер» и «Развитие семейной животноводческой фермы» также четко законодательно определены.

Эффективность деятельности хозяйств-грантополучателей оценивается по результатам полной реализации бизнес-проектов развития таких хозяйств и с учетом установленных сроков освоения средств грантовой поддержки, которые составляют для начинающих фермеров

18 месяцев, для хозяйств, реализующих проекты развития семейных животноводческих ферм, – 24 месяца с даты получения ими грантов [17, 18].

При недостижении показателей результативности предоставления гранта и (или) невыполнении условий соглашения, заключенного между грантополучателем и Министерством, средства гранта подлежат возврату в областную бюджет.

Поддержка крестьянских (фермерских) хозяйств в виде грантов имеет эффект «социального лифта», поэтому начинающим фермерам через три года после полного целевого освоения гранта дано право участвовать в конкурсе на развитие семейной животноводческой фермы. Грант на развитие семейной животноводческой фермы можно получить многократно.

Также в рамках реализации Государственной программы развития АПК Свердловской области крестьянские (фермерские) хозяйства имеют право на получение субсидий по возмещению части затрат на кадастровые работы при оформлении в собственность используемых ими земель сельскохозяйственного назначения в размере до 90 % затрат, но не более 968 рублей за 1 гектар оформленных в собственность земельных участков [19].

Следует отметить, что на крестьянские (фермерские) хозяйства распространяются все виды государственной поддержки, предусмотренные федеральным и областным законодательством для сельскохозяйственных товаропроизводителей, которые признаются такими в соответствии с Федеральным законом № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства» [20].

Важным механизмом поддержки является субсидирование процентной ставки по кредитам (займам). Стимулирование деятельности фермерских хозяйств осуществляется в основном в рамках субсидирования краткосрочных (до 1 года) и инвестиционных кредитов. Начиная с 2017 года реализуется механизм льготного кредитования сельскохозяйственных товаропроизводителей, включая крестьянские (фермерские) хозяйства. В соответствии с новыми правилами сельскохозяйственные организации и фермерские хозяйства, занимающиеся производством и (или) реализацией продукции сельского хозяйства, могут получить в одном из банков, уполномоченных Министерством сельского хозяйства Российской Федерации, кредитные средства на развитие по ставке не более 5 %. При этом кредитная организация получает возмещение недополученных доходов напрямую из федерального бюджета в размере ключевой ставки Банка России [21]. Также предусмотрены иные направления, меры и инструменты государственной поддержки [22].

Министерством агропромышленного комплекса и продовольствия Свердловской области разработан региональный проект «Создание системы поддержки фермеров и развития сельской кооперации в Свердловской области», который включает аналогичные мероприятия федерального проекта. Реализация проекта будет осуществляться через Государственную программу «Развитие агропромышленного комплекса и потребительского рынка Свердловской области до 2024 года». Также на региональном уровне необходима разработка порядков

предоставления грантов и субсидий по новым направлениям поддержки.

Финансирование регионального проекта планируется осуществлять за счет средств федерального и областного бюджетов, при следующем уровне софинансирования: 93 % – средства федерального бюджета и 7 % – средства областного бюджета [23].

Существующая и планируемая государственная поддержка позволит создать в Свердловской области систему поддержки фермеров и сельской кооперации, что даст новый импульс для дальнейшего развития малых форм хозяйствования на селе [23, 24].

По общему правилу субсидии носят заявительный характер, а по субсидиям на инвестиционные цели право на их получение возникает у получателей мер государственной поддержки после прохождения отбора в случаях, определенных статьей 11 Закона Свердловской области № 7-ОЗ от 04.02.2008 [25].

Также предусмотрен конкурсный отбор крестьянских (фермерских) хозяйств на право получения грантов на поддержку начинающих фермеров и развитие семейных животноводческих ферм. Конкурс объявляется публично и проводится в два этапа. На первом конкурсная комиссия проводит оценку документов заявителей, на втором – очное заслушивание и обсуждение планов фермера по развитию хозяйства [17]. Количество грантов определяется исходя из доведенных до Министерства АПК Свердловской области бюджетных ассигнований и лимитов бюджетных обязательств на эти цели в текущем финансовом году.

С 2017 года в правила предоставления субсидий на федеральном уровне внесены изменения, и мероприятия по поддержке малых форм хозяйствования вошли в состав «единой» субсидии по основному мероприятию «Содействие достижению целевых показателей региональных программ развития агропромышленного комплекса».

В связи с чем субъектам Российской Федерации дано право самим определять объемы, формы и методы государственной поддержки по соответствующим приоритетным направлениям, исходя из особенностей региона (специфики сельхозпроизводства, природно-климатических и других факторов) при обязательном выполнении условий и достижении целевых показателей, которые установлены соглашениями о предоставлении субсидий, заключенными между Минсельхозом России и субъектом России [26].

Приоритетным направлением в развитии сельского хозяйства Свердловской области было и остается животноводство.

Рассмотрим более подробно реализацию указанных мероприятий.

Анализ реализации мероприятий поддержки начинающих фермеров и развития семейных животноводческих ферм в Свердловской области показал, что на эти направления поддержки в 2012–2017 гг. на софинансирование собственных затрат крестьянских (фермерских) хозяйств направлено всего 358,75 млн рублей бюджетных средств, в том числе из федерального бюджета – 180,12 млн рублей, областного бюджета – 178,63 млн рублей [27].

За период реализации программ поддержки начинающих фермеров и развития семейных животноводческих ферм в конкурсах приняли участие 295 заявителей (фермеров), грантополучателями признано 142 крестьянских (фермерских) хозяйства: 110 начинающих фермеров (таблица 1) и 32 фермерских хозяйства получили гранты на развитие семейных животноводческих ферм (таблица 2).

Конкурс составил в среднем 2 фермерских хозяйства на один грант.

Учитывая, что в 2017 году увеличено финансирование из федерального бюджета на «поддержку начинающих фермеров» и увеличен максимальный размер гранта до 3,0 млн рублей (на разведение крупного рогатого скота),

Таблица 1  
Гранты на поддержку начинающих фермеров, 2012–2017 гг. (составлено авторами по [27])

Показатели	Годы						2012–2017
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Количество заявлений	46	24	21	48	46	39	224
Количество КФХ, получивших гранты	11	15	13	25	26	20	110
Сумма грантов всего, млн руб.	10,58	15,36	12,92	24,75	24,87	40,93	129,41
– областной бюджет, млн руб.	5,00	8,59	7,11	7,46	7,46	7,86	43,48
– федеральный бюджет, млн руб.	5,58	6,77	5,81	17,29	17,41	33,07	85,93
Средний размер гранта, млн руб.	0,961	1,024	0,994	0,990	0,956	2,046	1,176

Table 1  
Grants to support novice farmers, 2012–2017 (compiled by [27])

Indicators	Years						2012–2017
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Number of applications	46	24	21	48	46	39	224
Number of peasant (farmer) enterprises that received grants	11	15	13	25	26	20	110
The total amount of grants, million rubles	10,58	15,36	12,92	24,75	24,87	40,93	129,41
– regional budget, million rubles	5,00	8,59	7,11	7,46	7,46	7,86	43,48
– federal budget, million rubles	5,58	6,77	5,81	17,29	17,41	33,07	85,93
The average grant size, million rubles	0,961	1,024	0,994	0,990	0,956	2,046	1,176



Таблица 2  
Гранты на развитие семейных животноводческих ферм, 2012–2017 гг. (составлено авторами по [27])

Показатели	Годы						2012–2017
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Количество заявлений	3	8	9	20	15	9	71
Количество КФХ, получивших гранты	3	4	6	7	6	6	32
Сумма грантов всего, млн руб.	33,10	39,37	39,06	34,47	43,00	40,34	229,34
– областной бюджет, млн руб.	20,25	23,75	25,00	26,25	20,00	19,90	135,15
– федеральный бюджет, млн руб.	12,85	15,62	14,06	8,22	23,00	20,44	94,19
Средний размер гранта, млн руб.	11,03	9,84	6,51	4,92	7,17	6,72	7,16

Table 2  
Grants for the development of family livestock farms, 2012–2017 (compiled by [27])

Indicators	Years						2012–2017
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Number of applications	3	8	9	20	15	9	71
Number of peasant (farmer) enterprises that received grants	3	4	6	7	6	6	32
The total amount of grants, million rubles	33,10	39,37	39,06	34,47	43,00	40,34	229,34
– regional budget, million rubles	20,25	23,75	25,00	26,25	20,00	19,90	135,15
– federal budget, million rubles	12,85	15,62	14,06	8,22	23,00	20,44	94,19
The average grant size, million rubles	11,03	9,84	6,51	4,92	7,17	6,72	7,16

Таблица 3  
Эффективность расходования бюджетных средств за годы реализации мероприятий поддержки начинающих фермеров и развития семейных животноводческих ферм (составлено авторами по [28])

Годы	Произведено сельскохозяйственной продукции КФХ-грантополучателями, млн руб.	Ежегодный прирост сельскохозяйственной продукции, млн руб.	Финансирование мероприятий, млн руб.	Коэффициент эффективности (прирост производства / объем финансирования)
2012	9,39	–	43,68	–
2013	70,96	61,57	54,73	1,12
2014	110,61	39,65	51,98	0,76
2015	200,94	90,33	59,22	1,52
2016	253,82	52,88	67,87	0,78
2017	407,13	153,31	81,27	1,88
Всего	1052,85		358,75	в среднем 1,21

Table 3  
Efficiency of spending budget funds over the years of implementation of measures to support novice farmers and the development of family livestock farms (compiled by [28])

Years	Produced agricultural products by peasant farm-grant recipients, million rubles	Annual growth of agricultural products, million rubles	Event financing, million rubles	Efficiency coefficient (production growth / amount of financing)
2012	9,39	–	43,68	–
2013	70,96	61,57	54,73	1,12
2014	110,61	39,65	51,98	0,76
2015	200,94	90,33	59,22	1,52
2016	253,82	52,88	67,87	0,78
2017	407,13	153,31	81,27	1,88
Total	1052,85		358,75	average 1,21

в Свердловской области размер гранта также увеличился в 2 раза в сравнении с предыдущими годами, по семейным фермам отмечено незначительное снижение (на 6 %) к 2016 году. Средний (расчетный) размер гранта (за 2012–2017 гг.) на поддержку начинающего фермера составил 1,176 млн рублей, на развитие семейной животноводческой фермы – 7,16 млн рублей.

По Российской Федерации на протяжении периода 2012–2017 гг. наблюдается увеличение среднего размера гранта на одно крестьянское (фермерское) хозяйство как по начинающим фермерам, так и по семейным фермам. В среднем за 6 лет грант составил 1,22 млн рублей на одно хозяйство начинающего фермера и 4,46 млн рублей – на развитие семейных животноводческих ферм (рис. 1).



Рис. 1. Средний размер гранта по Российской Федерации [26]

Таким образом, в Свердловской области средний (расчетный) размер гранта на развитие семейной фермы на 2,7 млн рублей выше, чем по Российской Федерации.

Эффективность расходования бюджетных средств крестьянскими (фермерскими) хозяйствами-грантополучателями за годы реализации мероприятий в рамках Госпрограммы АПК Свердловской области отражена в таблице 3. Из таблицы видно, что эффективность расходования бюджетных средств по реализуемым мероприятиям свидетельствует об их результативности. Коэффициент эффективности в среднем составил 1,21. Это означает, что на 1 рубль вложенных грантовых средств дополнительно произведено сельскохозяйственной продукции на 1 рубль 21 копейку.

В среднем (за 2012–2017 гг.) грантополучатели на 1 рубль гранта производят продукции сельского хозяйства на 3 рубля. Целевые индикаторы по рассматриваемым мероприятиям, установленные соглашениями с Минсельхозом России и Государственной программой развития АПК Свердловской области, выполнены в полном объеме.

При этом в 2017 году (по новым целевым индикаторам) крестьянскими (фермерскими) хозяйствами создано 25 новых постоянных рабочих мест при плановом значении 25 единиц. Также обеспечен прирост объема сельскохозяйственной продукции к году, предшествующему году предоставления субсидии, 55 % при плановом показателе 10 %, исполнение составило 550 %. Высокий показатель прироста объема продукции связан с тем, что в большая часть крестьянских (фермерских) хозяйств, получивших средства грантовой поддержки, являются вновь зарегистрированными и, следовательно, не вели деятельность в предшествующем году.

Поскольку главным условием предоставления грантовой поддержки крестьянским (фермерским) хозяйствам является развитие сельских территорий, проанализируем реализацию рассматриваемых мероприятий в разрезе муниципальных образований Свердловской области.

Из таблицы 4 видно, что только в 32 муниципальных образованиях из 94 (или в 34 %) реализуются мероприятия поддержки начинающих фермеров и развития семейных животноводческих ферм. Среди муниципальных образований лидерами являются Режевской городской округ (16 крестьянских (фермерских) хозяйств), городской округ Богданович (14 крестьянских (фермерских) хозяйств) и Артинский городской округ (10 фермерских хозяйств).

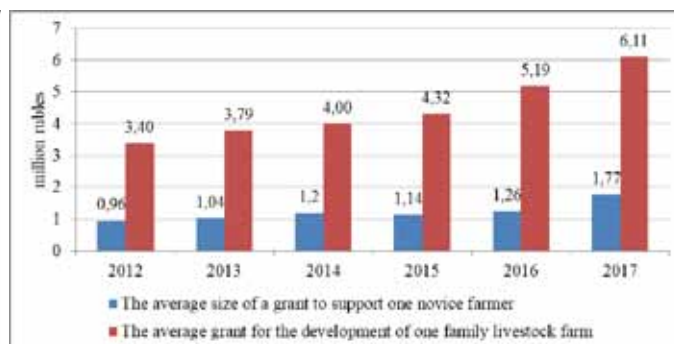


Fig. 1. The average grant size in the Russian Federation [26]

Учитывая, что в Свердловской области (по данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года) 419 тыс. граждан ведут личное подсобное хозяйство, они могли бы стать потенциальными участниками данных мероприятий на своих территориях. Считаем, что граждане, проживающие на данных территориях, недостаточно проинформированы о реализуемых в Свердловской области мерах поддержки фермерских хозяйств местными органами власти. К тому же практика показывает, что у фермеров возникают трудности с получением земельных участков для ведения хозяйства и разрешений на строительство семейных животноводческих ферм на этих земельных участках.

Также с 2012 года крестьянским (фермерским) хозяйствам оказывается государственная поддержка на возмещение затрат при оформлении в собственность используемых ими земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения (таблица 5).

В настоящее время возмещение затрат на проведение кадастровых работ при оформлении в собственность фермерами земельных участков осуществляется только из регионального бюджета. В целях планирования и выполнения КРІ данного мероприятия госпрограммы Министерством ведется ежемесячный мониторинг ведения кадастровых работ с целью дальнейшего оформления земель в собственность крестьянских (фермерских) хозяйств.

Из таблицы 5 видно, что за 2012–2017 годы 131 крестьянское (фермерское) хозяйство, включая индивидуальных предпринимателей, получили субсидии на проведение кадастровых работ (межевание земельных участков) в размере 19 632,5 тыс. рублей, что позволило оформить в собственность земельные участки для ведения сельскохозяйственной деятельности на площади 27,84 тыс. га.

Подведем итоги реализации всех направлений государственной поддержки сельхозтоваропроизводителей региона за 2012–2017 годы, предусмотренных в рамках Государственной программы развития АПК Свердловской области, в том числе по крестьянским (фермерским) хозяйствам (КФХ) и индивидуальным предпринимателям (ИП) (таблица 6).

Максимальное ресурсное обеспечение мероприятий госпрограммы отмечено в 2013 году за счет увеличения финансирования из федерального и регионального бюджетов на 1910,9 млн рублей.

Таблица 4

Количество крестьянских (фермерских) хозяйств, получивших гранты в 2012–2017 гг. о муниципальных образованиях Свердловской области (составлено авторами по [28])

Наименование муниципального образования	Число грантополучателей, ед.		Наименование муниципального образования	Число грантополучателей, ед.	
	НФ	СЖФ		НФ	СЖФ
1. МО Алапаевское	4	2	17. МО Каменское	4	
2. Артемовский ГО	5		18. МО Красноуфимский округ	6	1
3. Артинский ГО	6	4	19. Невьянский ГО	3	
4. Ачитский ГО		1	20. Нижнесергин. МР	2	2
5. Байкаловский МР	3		21. Новолялинск. ГО		2
6. Белоярский ГО	5	2	22. Пышминский ГО	1	
7. Горноуральский ГО		3	23. Режевской ГО	14	2
8. ГО Богданович	14		24. Серовский ГО		1
9. ГО Верхняя Пышма	1	1	25. Слободо-Туринский МР	6	1
10. ГО Верхотурский	3	2	26. Сысертский ГО	1	1
11. ГО Первоуральск		1	27. Таборинский МР	1	
12. ГО Сухой Лог	4	2	28. Тавдинский ГО	1	1
13. Ирбитское МО	8		29. Талицкий ГО	5	1
14. Камышловский МР	3	1	30. Тугулымский ГО	2	
15. Махневское МО	2	1	31. Туринский ГО	4	
16. МО г. Екатеринбург	1		32. Шалинский ГО	1	

Table 4

The number of peasant (farmer) enterprises that received grants in 2012–2017 for municipalities of the Sverdlovsk region (compiled by the authors on [28])

Name of municipality	The number of grantees, units		Name of municipality	The number of grantees, units	
	Novice farmer	Family livestock farms		Novice farmer	Family livestock farms
1. Municipality Alapaevskoye	4	2	17. Municipality Kamenskoe	4	
2. Artyomovsk urban district	5		18. Municipality Krasnoufimsky	6	1
3. Artinsky urban district	6	4	19. Nevyansk urban district	3	
4. Achitsky urban district		1	20. Nizhneserginsky municipal district	2	2
5. Baikalovsky municipal district	3		21. Novolyalinsky urban district		2
6. Beloyarsky urban district	5	2	22. Pyshminsky urban district	1	
7. Gornouralsky urban district		3	23. Rezhevskoy urban district	14	2
8. Bogdanovich urban district	14		24. Serovsky urban district		1
9. Verhnyaya Pyshma city	1	1	25. Slobodo-Turinsky municipal district	6	1
10. Verkhoturksky urban district	3	2	26. Sysert urban district	1	1
11. Pervouralsk urban district		1	27. Taborinsky municipal district	1	
12. Sukhoi Log urban district	4	2	28. Tavdinsky urban district	1	1
13. Municipality Irbit	8		29. Talitsky urban district	5	1
14. Kamyshlovsky municipal district	3	1	30. Tugulymsky urban district	2	
15. Makhnev municipality	2	1	31. Turinsky urban district	4	
16. Yekaterinburg city	1		32. Shali urban district	1	

В 2017 году к 2012 году общая сумма господдержки сельскохозяйственного производства увеличилась на 843,7 млн рублей, в том числе из федерального бюджета на 38,5 млн рублей, из регионального – на 805,2 млн рублей.

По крестьянским (фермерским) хозяйствам за последние 6 лет отмечена положительная динамика. Общая сумма господдержки в 2017 году увеличилась в 1,7 раза к 2012 году.

Доля фермеров и индивидуальных предпринимателей в общей сумме господдержки также ежегодно увеличивается (+2,7 процентных пункта к 2012 году). Вместе с тем, в настоящее время она составляет менее 10 %.

Количество крестьянских (фермерских) хозяйств, получивших государственную поддержку через Министерство агропромышленного комплекса и продовольствия Свердловской области за 2012–2017 гг. представлено на рис. 2.

**Возмещение части затрат крестьянских (фермерских) хозяйств при оформлении в собственность земельных участков сельскохозяйственного назначения (составлено авторами по [27])**

Годы	Площадь земельных участков, оформленных в собственность, тыс. га	Сумма господдержки, тыс. руб.	Количество крестьянских (фермерских) хозяйств, получивших господдержку, ед.
2012	6,04	3 268,6	23
2013	6,14	4 625,0	27
2014	4,04	3 408,6	20
2015	5,51	4 451,4	33
2016	4,00	2 083,4	20
2017	2,11	1 795,5	8
2012–2017	27,84	19 632,5	131

Table 5

**Compensation of part of the costs of peasant (farmer) enterprises when registering agricultural land ownerships (compiled by [27])**

Years	The area of land registered in ownership, thousand hectares	The amount of state support, thousand rubles	The number of peasant (farmer) households that received state support, units
2012	6,04	3 268,6	23
2013	6,14	4 625,0	27
2014	4,04	3 408,6	20
2015	5,51	4 451,4	33
2016	4,00	2 083,4	20
2017	2,11	1 795,5	8
2012–2017	27,84	19 632,5	131

Таблица 6

**Государственная поддержка сельскохозяйственных товаропроизводителей Свердловской области за 2012–2017 гг. (составлено авторами по [27])**

Показатели	Годы						2017 к 2012 (откл.)
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Общая сумма господдержки сельхозтоваропроизводителей, млн руб., в том числе	3595,5	5506,4	4839,4	4651,5	4418,1	4439,2	+843,7
федеральный бюджет	1105,1	2071,9	1633,4	1656,7	1381,8	1143,6	+38,5
областной бюджет	2490,4	3434,5	3206,0	2994,8	3036,3	3295,6	+805,2
Сумма господдержки КФХ и ИП всего, млн руб., в том числе	231,5	364,6	380,4	391,5	400,2	406,3	+174,8
федеральный бюджет	50,1	118,9	93,5	112,5	124,6	118,1	+68,0
областной бюджет	181,4	245,7	286,9	279,0	275,6	288,2	+106,8
Доля КФХ и ИП в общей сумме господдержки сельхозтоваропроизводителей, %	6,4	6,6	7,9	8,4	9,1	9,2	+2,7
Площадь сельскохозяйственных угодий, используемых КФХ и ИП, тыс. га	152,5	167,4	172,3	176,0	177,7	181,6	+29,1
Господдержка КФХ и ИП в расчете на 1 га сельхозугодий, тыс. руб.	1,52	2,18	2,20	2,22	2,25	2,24	+0,72

Table 6

**State support for agricultural producers of the Sverdlovsk region for 2012–2017 (compiled by [27])**

Indicators	Years						2017 to 2012 (deviation)
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
The total amount of state support for agricultural producers, million rubles, including	3595,5	5506,4	4839,4	4651,5	4418,1	4439,2	+843,7
federal budget	1105,1	2071,9	1633,4	1656,7	1381,8	1143,6	+38,5
region budget	2490,4	3434,5	3206,0	2994,8	3036,3	3295,6	+805,2
The amount of state support of peasant farms and private entrepreneurs in total, million rubles, including	231,5	364,6	380,4	391,5	400,2	406,3	+174,8
federal budget	50,1	118,9	93,5	112,5	124,6	118,1	+68,0
region budget	181,4	245,7	286,9	279,0	275,6	288,2	+106,8
The share of peasant farms and private entrepreneurs in the total amount of state support for agricultural producers, %	6,4	6,6	7,9	8,4	9,1	9,2	+2,7
The area of agricultural land used by peasant farms and private enterprises, thousand hectares	152,5	167,4	172,3	176,0	177,7	181,6	+29,1
State support of peasant farms and individual entrepreneurs per 1 ha of farmland, thousand rubles	1,52	2,18	2,20	2,22	2,25	2,24	+0,72



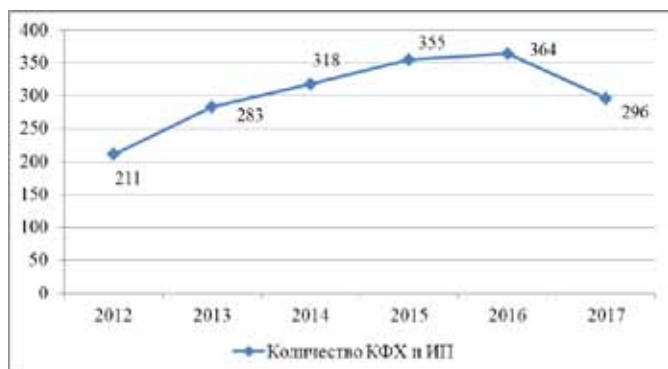


Рис. 2. Количество крестьянских (фермерских) хозяйств, получивших государственную поддержку за 2012–2017 гг. (составлено авторами по [27])

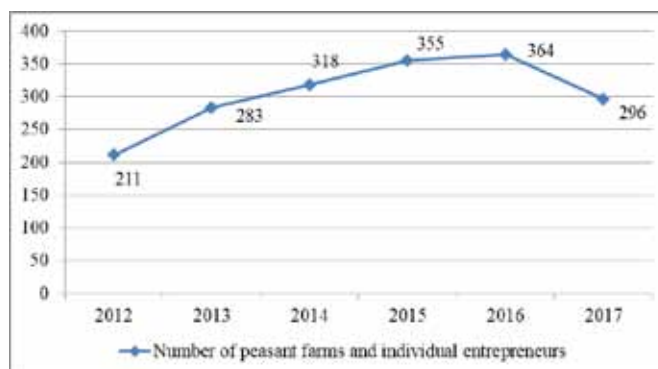


Fig. 2. The number of peasant (farmer) enterprises that received state support for 2012–2017 (compiled by [27])

Таблица 7

Доля крестьянских (фермерских) хозяйств – получателей господдержки в общем количестве крестьянских (фермерских) хозяйств в Свердловской области, 2012–2017 гг. (составлено авторами по [24, 27])

Показатели	Годы					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Количество КФХ и ИП в реестре хозяйствующих субъектов АПК Свердловской области, ед.	721	727	712	780	784	795
Количество КФХ и ИП, получивших государственную поддержку, ед.	211	283	318	355	364	296
Доля КФХ и ИП, получивших государственную поддержку, %	29	39	45	46	47	37

Table 7

The share of peasant (farmer) enterprises – recipients of state support in the total number of peasant (farmer) enterprises in the Sverdlovsk region, 2012–2017 (compiled by [24, 27])

Indicators	Years					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
The number of peasant farms and private entrepreneurs in the register of economic entities of the agro-industrial complex of the Sverdlovsk region, units	721	727	712	780	784	795
Number of peasant farms and entrepreneurs who received state support, units	211	283	318	355	364	296
Share of peasant farms and private entrepreneurs who received state support, %	29	39	45	46	47	37

Основной причиной снижения числа получателей (на 68 хозяйств) господдержки среди фермеров и индивидуальных предпринимателей в 2017 году является введение с 1 января 2017 года новых требований к заявителям, установленных постановлением Правительства Российской Федерации от 06.09.2016 № 887 [29], в соответствии с которым у получателей субсидий на первое число месяца, предшествующего месяцу, в котором планируется заключение соглашения о предоставлении субсидии, должна отсутствовать неисполненная обязанность по уплате налогов, сборов, страховых взносов, пеней, штрафов, а также просроченная задолженность перед бюджетом, к чему большинство фермерских хозяйств были не готовы.

Доля крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей, получивших какие-либо виды поддержки от общего количества работающих крестьянских (фермерских) хозяйств в Свердловской области по годам представлена в таблице 7.

В среднем этот показатель составляет от 29 (2012 год) до 47 % (2016 год).

Размер совокупной государственной поддержки на 1 гектар сельхозугодий по крестьянским (фермерским) хозяйствам составил 2,1 тыс. рублей.

На протяжении периода 2012–2017 годы в крестьянских (фермерских) хозяйствах Свердловской области наблюдается рост посевных площадей, увеличение поголовья крупного рогатого скота, в том числе коров, и, как следствие, увеличение объема производства сельскохозяйственной продукции, что в целом является критерием эффективности бюджетного финансирования.

Вместе с тем субсидирование поддержки фермерских хозяйств в регионе составляет менее 10 % от общего финансирования Госпрограммы развития АПК Свердловской области. Это явное свидетельство того, что пока развитие малых форм аграрного сектора экономики рассматривается в качестве «ниши», дополнения к крупному и среднему бизнесу.

Наиболее значимыми проблемами государственных программ, реализуемых в сфере агропромышленного комплекса в целом, в том числе направленных на развитие крестьянских (фермерских) хозяйств, являются отсутствие единой методики оценки эффективности государственных программ (на уровне Российской Федерации и в субъектах Российской Федерации), в каждом регионе и в Свердловской области в частности применяется своя методика, не закреплены промежуточные результаты (или

контрольные точки) реализуемых мероприятий (с поквартальной или полугодовой разбивкой). Как правило, оценка эффективности госпрограмм проводится в марте – апреле (после завершения отчетного финансового года), что не позволяет проводить мониторинг и учитывать его результаты для формирования бюджета на следующий бюджетный цикл. Кроме того, в сроки подготовки отчетности по госпрограмме по значительной части целевых показателей отсутствуют окончательные статистические данные, что затрудняет оценку степени достижения целей и задач и не позволяет провести оценку эффективности госпрограммы в целом, а в дальнейшем возникает необходимость внесения корректировок и поправок в отчеты.

Также следует отметить, что в отчетах о реализации госпрограмм как на федеральном уровне, так и на уровне субъекта Российской Федерации не отражена информация в динамике (за несколько лет), что не позволяет сделать в должной мере выводы и спрогнозировать требуемые изменения, мероприятия и показатели.

По этой причине по ряду целевых показателей отсутствует динамика, плановые значения зафиксированы на одном уровне практически на весь период реализации госпрограммы. Так, например, в Госпрограмме АПК Свердловской области целевой показатель «количество новых постоянных рабочих мест, созданных в крестьянских (фермерских) хозяйствах, осуществивших проекты создания и развития своих хозяйств с помощью средств грантовой поддержки» зафиксирован на уровне 49 единиц, целевой показатель «количество семейных животноводческих ферм, осуществляющих развитие своих хозяйств за счет грантовой поддержки» на уровне 4 единиц с 2018 по 2024 годы, аналогичная ситуация складывается и по многим другим целевым индикаторам.

Основными проблемами и недостатками госпрограмм также является дублирование одних и тех же видов поддержки по разным программам и ведомствам (например, газификация), частая корректировка на федеральном уровне нормативной правовой базы, регламентирующей разработку и реализацию госпрограмм, а также постоянные изменения правил и мер поддержки. В связи с чем только в Госпрограмму АПК Свердловской области за период с 2014 по 2017 годы внесены изменения 29 раз (от 7 до 10 раз в год). Также постоянно вносятся изменения в региональные порядки предоставления субсидий и грантов для приведения их в соответствие с федеральными требованиями. Это создает определенные трудности для сельхозтоваропроизводителей – получателей бюджетных средств, особенно для крестьянских (фермерских) хозяйств, так как самостоятельно трудно отслеживать вносимые изменения, и отчасти по этой причине фермеры не заявляют на получение субсидий. Кроме того, ежегодно увеличивается количество целевых показателей госпрограмм. Если в Госпрограмме АПК Свердловской области в 2014 году насчитывалось 65 целевых показателей, то в 2017 году их стало уже 91, и это не предел, что также создает сложности при оценке эффективности госпрограммы.

Поскольку основными адресными мерами государственной поддержки крестьянских (фермерских) хозяйств, реализуемыми в рамках Госпрограммы развития

сельского хозяйства Российской Федерации и Госпрограммы АПК Свердловской области, являются грантовая поддержка начинающих фермеров и развитие семейных животноводческих ферм остановимся на главных проблемах в их реализации, выявленных в ходе исследования.

Проведенный анализ показал, что данные направления поддержки востребованы как в регионах России, так и в Свердловской области (в области конкурс на право получения гранта составил в среднем 2 хозяйства на грант).

В связи с недостатком собственных ресурсов для большинства сельских жителей, желающих начать свое дело, эта поддержка сегодня является, пожалуй, единственной возможностью.

Вместе с тем главная проблема в реализации данных направлений – это недостаточное выделение бюджетных средств и, как следствие, узкий охват и очень скромные масштабы, и как следствие значительные ограничения по конкурсному отбору участников мероприятий. Данные программы в запланированных объемах не в состоянии внести существенные качественные изменения в повышение эффективности сельскохозяйственного производства и развитие сельских территорий.

Вместе с тем практика реализации программных мероприятий поддержки начинающих фермеров и развития семейных животноводческих ферм в Свердловской области показала, что из 142 фермерских хозяйств, получивших грантовую поддержку, 92 % продолжают производственную деятельность. Прекратили деятельность фермерские хозяйства через 5 лет после получения гранта на поддержку начинающего фермера, особенно в растениеводстве, так как выполнили свои обязательства и не видят для себя перспектив дальнейшего развития, а также хозяйства, получившие гранты на развитие семейной животноводческой фермы, прекратили деятельность в связи с банкротством (по причине высокой закредитованности). Вместе с тем следует отметить, что наблюдается положительный социальный эффект, так как прослеживается семейная преемственность – дети фермеров получают гранты и остаются на селе, сами создают дополнительные рабочие места. Кроме того, фермеры, получившие стартовый капитал по направлению «начинающий фермер», после полного освоения средств гранта в дальнейшем заявляют на поддержку развития семейной животноводческой фермы. Учитывая, что гранты на семейную ферму можно получить повторно, ряд хозяйств после полного освоения средств грантов получили поддержку на развитие семейной животноводческой фермы второй раз.

Вместе с тем фермеры скептически оценивают оказываемую им государственную поддержку, подчеркивая диспропорции в ее распределении и недостаточный объем [30]. Речь идет о дальнейшей поддержке государством многообразия форм хозяйствования в аграрной сфере и равном подходе к экономической поддержке как крупных сельхозорганизаций, так и малых форм аграрного предпринимательства, каковыми являются и крестьянские (фермерские) хозяйства. Анализ показал, что доля крестьянских (фермерских) хозяйств, в общей сумме поддержки в АПК Свердловской области составляет менее 10 %.

Таблица 8

## Доступность грантовой поддержки крестьянским (фермерским) хозяйствам в Свердловской области (составлено авторами по [28])

Показатели	Годы						2012–2017
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Количество КФХ, подавших заявки на право получения гранта, чел.	56	32	30	68	61	48	295
Количество КФХ, получивших гранты, чел.	14	19	19	32	32	26	142
Доступность грантов (D)	0,25	0,59	0,63	0,47	0,52	0,54	0,48
Сумма грантовой поддержки, млн рублей	43,7	54,7	52,0	59,2	67,8	81,3	358,7

Table 8

## Availability of grant support to peasant (farmer) households in the Sverdlovsk region (compiled by [28])

Indicators	Years						2012–2017
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Number of Peasant (Farm) enterprises that applied for the right to receive a grant, people	56	32	30	68	61	48	295
The number of peasant (farm) enterprises that received grants, people	14	19	19	32	32	26	142
Grant Support Availability (D)	0,25	0,59	0,63	0,47	0,52	0,54	0,48
The amount of grant support, million rubles	43,7	54,7	52,0	59,2	67,8	81,3	358,7

Большинство фермерских хозяйств считают, что господдержка недоступна. Среди основных факторов, препятствующих ее получению, выделяют недостаток информации о мерах господдержки, сложный процесс сбора документов на получение субсидий, нецелесообразность получения поддержки, «узкий коридор требований» и другие.

Проведем оценку доступности государственной поддержки на примере грантовой поддержки крестьянских (фермерских) хозяйств по следующей формуле [31]:

$$D = P/N, \quad (1)$$

где D – доступность государственной поддержки;

P – количество фермеров, воспользовавшихся грантовой поддержкой;

N – количество фермеров, нуждающихся (подавших заявки) на получение грантовой поддержки.

Пределы данного показателя находятся в границах  $0 < D \leq 1$ ,

D = 0,01–0,4 – поддержка не доступна;

D = 0,5–0,8 – средняя доступность поддержки;

D = 0,9–1,0 – поддержка доступна.

Из таблицы 8 видно, что доступность грантовой поддержки в Свердловской области ближе к среднему показателю, несмотря на то что сумма бюджетных средств на предоставление грантов увеличивается, этого все равно недостаточно, чтобы удовлетворить потребность в данном виде субсидий.

#### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

По данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи, какие-либо субсидии получают только 35 % фермеров [32] (в Свердловской области в среднем 35–40 % фермеров от числа работающих получают какую-либо господдержку).

Факторами, сдерживающими развитие фермерских хозяйств, по данным многочисленных опросов, являются недоступность кредитных ресурсов для более чем 70 % участников опроса (из-за отсутствия залоговой базы, высоких процентных ставок, отсутствия возможности взять

долгосрочный кредит особенно для начинающих фермеров), 95 % хозяйств испытывают проблемы со сбытом сельскохозяйственной продукции, снижение цен на продукцию отмечают 98 % опрошенных (особенно это отмечено в 2017 году, когда произошло «падение» закупочных цен на зерно). Практически всех или 99 % тревожит продолжающийся рост тарифов на электроэнергию и стоимости ГСМ, ухудшение в сфере развития кооперации на селе отметили 26 % [30, 32]. Также у фермеров, особенно начинающих, не хватает профессионального опыта и необходимых знаний и навыков для ведения предпринимательской деятельности (юридических, экономических, бухгалтерского учета и налогообложения, финансово-кредитных механизмов развития бизнеса). Кроме того, на селе особенно остро ощущается недостаток высококвалифицированных кадров, что негативно влияет на внедрение современных техники и технологий в производство. Основные факторы, сдерживающие развитие крестьянских (фермерских) хозяйств, представлены на рис. 3. Не сформирована система поддержки малых форм аграрного производства на муниципальном уровне, хотя имеются территории, где такие формы хозяйствования являются единственными экономическими единицами, предоставляющими рабочие места и услуги населению.

Негативно сказывается ограничение финансирования несвязанной поддержки на 1 гектар, введены дополнительные требования и условия, в связи с чем размер несвязанной поддержки не покрывает даже роста цен на ГСМ, что вынуждает небольшие фермерские хозяйства отказываться от нее.

С начала 2017 года ужесточены требования к получателям субсидий федеральным постановлением № 887. Тормозом в их получении может стать задолженность по уплате налогов, даже если речь идет о копейках. Законодательно не введено никакой градации по задолженности и нет возможности подтвердить ее оплату текущими платежными документами.

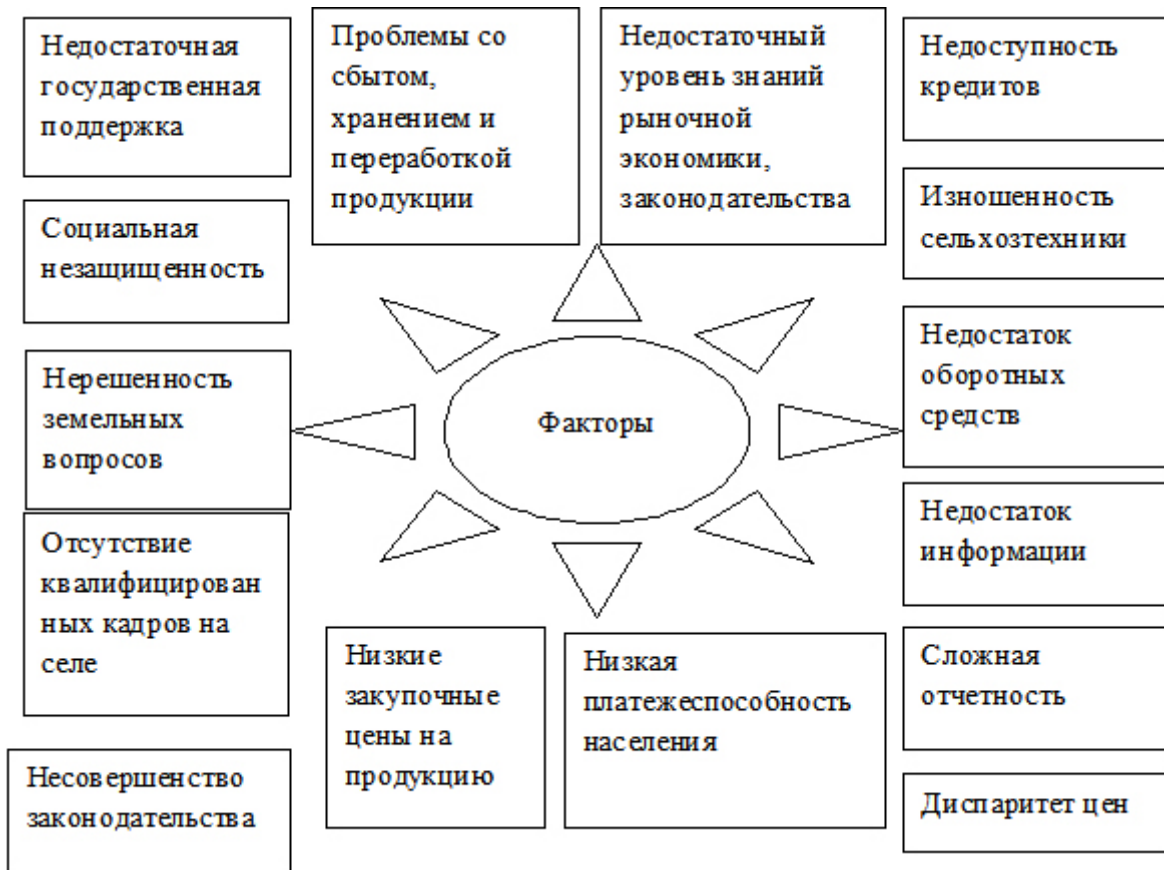


Рис. 3. Факторы, сдерживающие развитие деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств (составлено авторами)

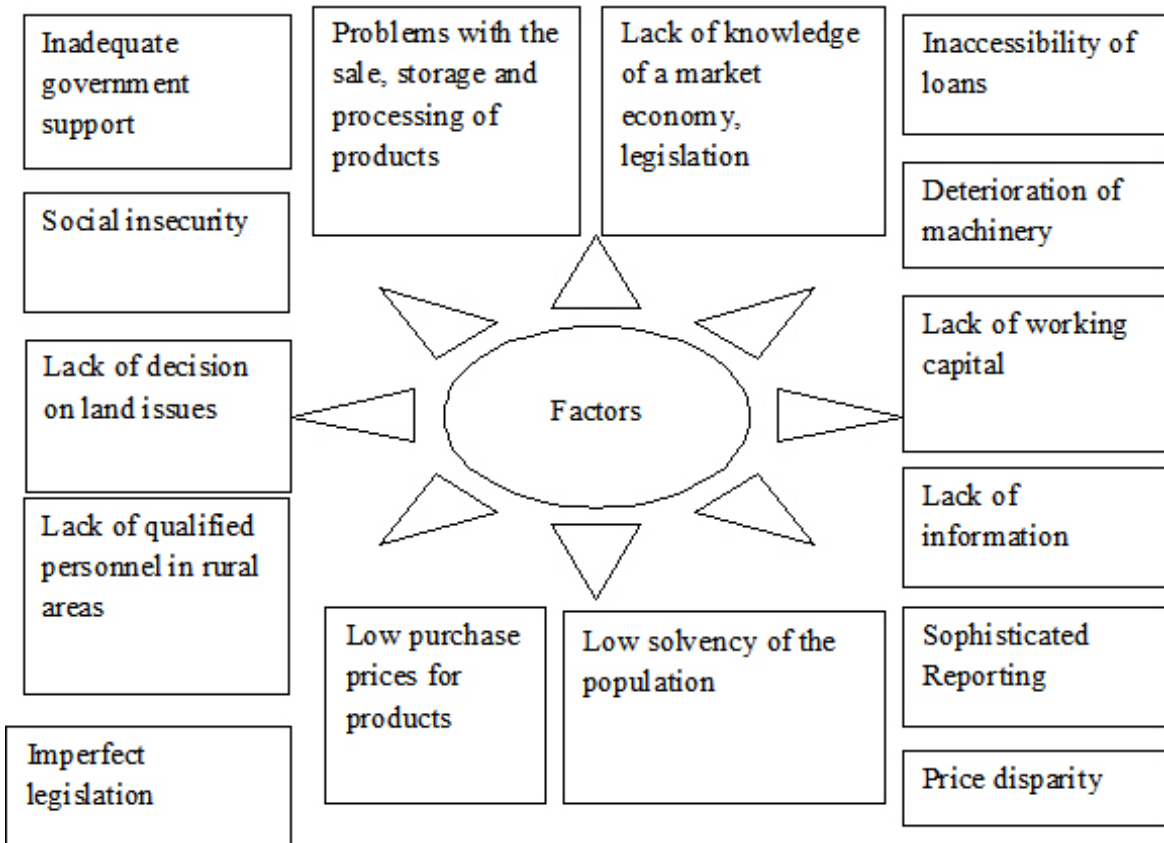


Fig. 3. Factors constraining the development of activities of peasant (farmer) farms (compiled by the authors)



Сдерживающим факторами устойчивого роста производства остается нерешенность проблем в земельной сфере [32, 33], проблема диспаритета цен на производимую продукцию и потребляемые ресурсы, различные административные барьеры (сложность законодательства и многочисленность подзаконных актов, а также их проти-

воречие на различных уровнях власти, большой объем и сложность отчетности, частые проверки различных контролирующих органов). Фермеры испытывают трудности с хранением, переработкой и реализацией произведенной сельскохозяйственной продукции в связи с неразвитостью производственной инфраструктуры.

#### Об авторах:

Ринат Тавзихович Латыпов<sup>1</sup>, кандидат исторических наук, доцент

Галина Петровна Малейкина<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук

Алексей Владимирович Ручкин<sup>2</sup>, кандидат социологических наук, доцент, [alexeyruchkin87@gmail.com](mailto:alexeyruchkin87@gmail.com)

<sup>1</sup>Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

#### Библиографический список

1. Стрельцов А. Е. Роль государственного регулирования в развитии крестьянских (фермерских) хозяйств Алтайского края // Мир науки, культуры, образования. 2012. № 1 (32). 2012. С. 3–5.
2. О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы [Электронный ресурс]: постановление Правительства Российской Федерации от 14.07.2012 № 717 (ред. от 06.09.2018). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Об утверждении Государственной программы Свердловской области «Развитие агропромышленного комплекса и потребительского рынка Свердловской области до 2024 года» [Электронный ресурс]: постановление Правительства Свердловской области от 23.10.2013 № 1285-ПП (ред. от 27.09.2018). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Дегтярев Д. С. Агропромышленный комплекс: итоги и планы // Нива Урала. 2018. № 5. С. 2–5.
5. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [Электронный ресурс]: Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 (ред. от 19.07.2018). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Рубаева О. Д., Качурина Е. П. Совершенствование финансово-кредитного механизма в АПК в Челябинской области // Экономика сельского хозяйства России. 2016. № 5. С. 68–73.
7. Сушенцова С. С., Козлов М. П., Пронченко П. Л. Приоритетные направления государственной поддержки крестьянских (фермерских) хозяйств // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2011. № 7. С. 71–75.
8. Субботина Л. В., Головина С. Г. Методические подходы к планированию развития регионального аграрного производства // В сборнике: Основные направления развития агробизнеса в современных условиях: материалы I Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 171–176.
9. Beck P. Exemption Federalism: Regulatory Carve-Outs and the Protection of Local Farms // Yale journal on regulation. 2019. Vol. 36. No. 1. Pp. 471–494.
10. Bhakta I., Phadikar S., Majumder K. State-of-the-art technologies in precision agriculture: a systematic review // Journal of the science of food and agriculture. 2019. Vol. 99. No. 11. Pp. 4878–4888.
11. Mroczkowska J. Pork politics: The scales of home-made food in Eastern Poland // Appetite. Vol. 140. Pp. 223–230.
12. Blandford D., Matthews A. EU and US Agricultural Policies: Commonalities and Contrasts // Eurochoices. 2019. Vol. 18. No. 1. Pp. 4–10.
13. Wegren S.K. The „left behind“: Smallholders in contemporary Russian agriculture // Journal of Agrarian Change. 2018. Vol. 18. No. 4. Pp. 913–925.
14. Семин А. Н. О совершенствовании механизма государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2009. № 11. С. 5–7.
15. Мальцев Н. В., Семин А. Н., Шарапова В. М., Шарапова Н. В. Бюджетная поддержка субъектов молочно-продуктового подкомплекса: стратегический аспект. Екатеринбург, 2014. 520 с.
16. Вахитова З. Т. Развитие фермерских хозяйств и личных подворий граждан в условиях модернизации аграрного производства: автореферат на соискание ученой степени кандидата экономических наук. 2017. 23 с.
17. Об утверждении Порядка предоставления субсидий на возмещение части затрат крестьянских (фермерских) хозяйств, включая индивидуальных предпринимателей, при оформлении в собственность используемых ими земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения [Электронный ресурс]: постановление Правительства Свердловской области от 29.01.2013 № 109-ПП (ред. от 19.04.2018). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».
18. Латыпов Р. Т., Малейкина Г. П. Роль крестьянских (фермерских) хозяйств в сельскохозяйственном производстве Свердловской области // Концепция развития производительных сил Курганской области: материалы научно-практической конференции. 17 ноября 2017 года. Курган, 2017. С. 264–269.
19. Об утверждении Порядка предоставления субсидий на содействие достижению целевых показателей реализа-

ции региональных программ развития агропромышленного комплекса, внесении изменений в постановление Правительства Свердловской области от 29.01.2013 № 110-ПП и признании утратившими силу отдельных постановлений Правительства Свердловской области [Электронный ресурс]: постановление Правительства Свердловской области от 15.02.2017 № 76-ПП (ред. от 17.10.2018). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

20. Латыпов Р. Т., Малейкина Г. П. Экономические механизмы государственной поддержки крестьянских (фермерских) хозяйств в Российской Федерации // Региональные проблемы преобразования экономики: интеграционные процессы и механизмы формирования и социально-экономическая политика региона: материалы VIII Международной научно-практической конференции. 2017. С. 188–195.

21. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://mcx.ru> (дата обращения: 17.05.2019).

22. Об утверждении Методики оценки эффективности Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 14.07.2012 № 717 [Электронный ресурс]: приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 07.07.2017 № 333. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

23. Лаптев Д. А. Создание системы поддержки фермеров и развитие сельской кооперации // Нива Урала. 2018. № 5. С. 12–17.

24. Министерство агропромышленного комплекса и продовольствия Свердловской области [Электронный ресурс]. URL: <http://mcxso.midural.ru> (дата обращения: 17.05.2019).

25. О государственной поддержке юридических и физических лиц, осуществляющих производство сельскохозяйственной продукции, первичную и (или) последующую (промышленную) переработку сельскохозяйственной продукции и (или) закупку сельскохозяйственной продукции, пищевых лесных ресурсов, в Свердловской области [Электронный ресурс]: закон Свердловской области от 04.02.2008 № 7-ОЗ (ред. от 24.09.2018). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

26. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2017 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы [Электронный ресурс]. URL: <http://mcx.ru/upload/iblock/1e0/1e03cd2e5492906ba15ca24d67367d8b.pdf>. (дата обращения: 16.05.2019).

27. Реестр бюджетополучателей [Электронный ресурс]. URL: <http://mcxso.midural.ru/article/show/id/1197> (дата обращения: 17.05.2019).

28. Ведомственные данные Министерства агропромышленного комплекса и продовольствия Свердловской области.

29. Об общих требованиях к нормативным правовым актам, муниципальным правовым актам, регулирующим предоставление субсидий юридическим лицам (за исключением субсидий государственным (муниципальным) учреждениям), индивидуальным предпринимателям, а также физическим лицам – производителям товаров, работ, услуг [Электронный ресурс]: постановление Правительства Российской Федерации от 06.09.2016 № 887 (ред. от 20.11.2018). Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

30. Актуальные направления государственной поддержки АПК в РФ, март 2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://agrardialog.ru/prints/details/id/170> (дата обращения: 19.05.2019).

31. Попов С. А. Комплексный анализ оценки эффективности управления программами поддержки малого предпринимательства // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-10. С. 2249–2252.

32. Фермерство – опора страны и важнейший источник развития российских территорий. Решение XXIX Съезда АККОР от 16 мая 2018 года [Электронный ресурс]. URL: <http://www.akkor.ru/statya/5147-resheniya-xxix-sezda-akkor.html> (дата обращения: 19.05.2019).

33. Фастова Е. Статистика с полей. Как за 10 лет изменилось российское сельское хозяйство? // Агробезопасность. 2018. № 4 (46). С. 7–9.

## Grant support for the implementation of state programs and projects for the development of peasant (farmer) farms: regional experience and key problems

R. T. Latypov<sup>1</sup>, G. P. Maleykina<sup>1</sup>, A. V. Ruchkin<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup>Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉ E-mail: [alexeyruchkin87@gmail.com](mailto:alexeyruchkin87@gmail.com)

**Abstract.** Purpose is to analyze the mechanism of grant support as the main measure of state programs for the development of peasant (farmer) farms in the Sverdlovsk region. The research **methodology** is based on the principles of a systematic approach,

the main **methods** are statistical, structural and correlation analysis types. To achieve this goal, using these methods, the authors rely on current legislation, statistics, research by scientists and government reporting documents in order to verify their own results. **Scientific novelty** consists in determining the factors that impede the sustainable development of the activities of peasant (farmer) farms, as well as the main directions of further research and development of mechanisms for improving the implementation of public policy in agriculture. Identification of key shortcomings of the existing tools is necessary due to legislative changes, the introduction of a project approach in public administration, which, according to the authors, significantly change the set of factors affecting the development of this sector of the economy. **Practical significance.** The authors assessed the grant support for peasant (farmer) farms in the Sverdlovsk region, including, in the context of municipalities, determined the indicator of the availability of grants, identified problems of mechanisms for supporting farmers in the Sverdlovsk region, enshrined in the state program for the development of the agro-industrial complex of the Sverdlovsk region. The authors also determined the effectiveness of spending budget funds allocated as grants for peasant (farmer) households. The results obtained by the authors can be used in the activities of state authorities and local self-government, regardless of territorial location, in order to transform the mechanisms of grant support, methodological support of peasant (farmer) farms.

**Keywords:** state policy, grant support, peasant (farm) enterprises, deterrence factors, accessibility coefficient.

**For citation:** Latypov R. T., Maleykina G. P., Ruchkin A. V. Grantovaya podderzhka realizatsii gosudarstvennykh programm i proyektov po razvitiyu krest'yanskikh (fermerskikh) khozyaystv: opyt regiona i klyuchevyye problemy [Grant support for the implementation of state programs and projects for the development of peasant (farmer) farms: regional experience and key problems] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 8 (187). Pp. 75–90. DOI: 10.32417/article\_5d908ec8145d33.94927172. (In Russian.)

### References

1. Strel'tsov A. E. Rol' gosudarstvennogo regulirovaniya v razvitiy krest'yanskikh (fermerskikh) khozyaystv Altayskogo kraya [The role of state regulation in the development of peasant (farmer) farms in the Altai region] // The world of science, culture and education. 2012. No. 1 (32). 2012. Pp. 3–5. (In Russian.)
2. O Gosudarstvennoy programme razvitiya sel'skogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaystvennoy produkt-sii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013–2020 gody [e-resource]: postanovlenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 14.07.2012 No 717 (red. ot 06.09.2018) [On the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets for 2013–2020: Decree of the Government of the Russian Federation of 14 July 2012 No. 717 (as amended on 06 September 2018)]. Access from the ref.-legal system „ConsultantPlus“. (In Russian.)
3. Ob utverzhdenii Gosudarstvennoy programmy Sverdlovskoy oblasti „Razvitie agropromyshlennogo kompleksa i potrebitel'skogo rynka Sverdlovskoy oblasti do 2024 goda“ [e-resource]: postanovlenie Pravitel'stva Sverdlovskoy oblasti ot 23.10.2013 No 1285-PP (red. ot 27.09.2018) [On approval of the State program of the Sverdlovsk region „Development of the agro-industrial complex and the consumer market of the Sverdlovsk region until 2024“: Decree of the Government of the Sverdlovsk region dated 23 October 2013 No. 1285-PP (as amended on 27 September 2018)]. Access from the ref.-legal system „ConsultantPlus“. (In Russian.)
4. Degtyarev D. S. Agropromyshlennyy kompleks: itogi i plany [Agriculture: results and plans] // Niva Urala. 2018. No. 5. Pp. 2–5. (In Russian.)
5. O natsional'nykh tselyakh i strategicheskikh zadachakh razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2024 goda [e-resource]: Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 7 maya 2018 goda No. 204 (red. ot 19.07.2018) [On the national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period until 2024“: Decree of the President of the Russian Federation of 07 May 2018 No. 204 (as amended on 19 July 2018)]. Access from the ref.-legal system „ConsultantPlus“. (In Russian.)
6. Rubayeva O. D., Kachurina E. P. Sovershenstvovanie finansovo-kreditnogo mekhanizma v APK v Chelyabinskoy oblasti [Improvement of the financial and credit mechanism of small and medium business of agrarian and industrial complex in Chelyabinsk region] // Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii. 2016. No. 5. Pp. 68–73. (In Russian.)
7. Sushentsova S. S., Kozlov M. P., Pronchenko P. L. Prioritetnye napravleniya gosudarstvennoy podderzhki krest'yanskikh (fermerskikh) khozyaystv [Priority areas of state support for peasant (farmer) farms] // Economy of agricultural and processing enterprise. 2011. No. 7. Pp. 71–75. (In Russian.)
8. Subbotina L. V., Golovina S. G. Metodicheskie podkhody k planirovaniyu razvitiya regional'nogo agrarnogo proizvodstva [Methodological approaches to planning the development of regional agricultural production] // V sbornike: Osnovnye napravleniya razvitiya agrobiznesa v sovremennykh usloviyakh: materialy I Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2017. Pp. 171–176. (In Russian.)
9. Beck P. Exemption Federalism: Regulatory Carve-Outs and the Protection of Local Farms // Yale journal on regulation. 2019. Vol. 36. No. 1. Pp. 471–494.
10. Bhakta I., Phadikar S., Majumder K. State-of-the-art technologies in precision agriculture: a systematic review // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2019. Vol. 99. No. 11. Pp. 4878–4888.
11. Mroczkowska J. Pork politics: The scales of home-made food in Eastern Poland // Appetite. Vol. 140. Pp. 223–230.
12. Blandford D., Matthews A. EU and US Agricultural Policies: Commonalities and Contrasts // Eurochoices. 2019. Vol. 18. No. 1. Pp. 4–10.

13. Wegren S.K. The „left behind“: Smallholders in contemporary Russian agriculture // *Journal of Agrarian Change*. 2018. Vol. 18. No. 4. Pp. 913–925.

14. Semin A. N. O sovershenstvovanii mekhanizma gosudarstvennoy podderzhki sel'skokhozyaystvennykh tovaroproizvoditeley [On improving the mechanism of state support for agricultural producers] // *Economy of agricultural and processing enterprise*. 2009. No. 11. Pp. 5–7. (In Russian)

15. Mal'tsev N. V., Semin A. N., Sharapova V. M., Sharapova N. V. Byudzhetskaya podderzhka sub"ektov molochnoproduktovogo podkompleksa: strategicheskiy aspekt [Budget support of dairy subcomplex entities: strategic aspect]. Yekaterinburg, 2014. (In Russian.)

16. Vakhitova Z. T. Razvitie fermerskikh khozyaystv i lichnykh podvoriy grazhdan v usloviyakh modernizatsii agrarnogo proizvodstva: avtoreferat na soiskanie uchenoy stepeni kandidata ekonomicheskikh nauk [The development of farms and personal farmsteads of citizens in the context of modernization of agricultural production: abstract on the degree of candidate of economic sciences]. 2017. 23 p. (In Russian.)

17. Ob utverzhdenii Poryadka predostavleniya subsidiy na vozmeshchenie chasti zatrat krest'yanskikh (fermerskikh) khozyaystv, vklyuchaya individual'nykh predprinimateley, pri oformlenii v sobstvennost' ispol'zuemykh imi zemel'nykh uchastkov iz zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya [e-resource]: postanovlenie Pravitel'stva Sverdlovskoy oblasti ot 29.01.2013 No. 109-PP (red. ot 19.04.2018) [On approval of the Procedure for the provision of subsidies for the reimbursement of part of the costs of peasant (farmer) farms, including individual entrepreneurs, when registering the land plots they use from agricultural lands: Resolution of the Government of the Sverdlovsk Region of 01.29.2013 No. 109-PP (as amended on 19 April 2018)]. Access from the ref.-legal system „ConsultantPlus“. (In Russian)

18. Latypov R. T., Maleykina G. P. Rol' krest'yanskikh (fermerskikh) khozyaystv v sel'skokhozyaystvennom proizvodstve Sverdlovskoy oblasti [The role of peasant (farmer) farms in agricultural production of the Sverdlovsk region] // *Kontsepsiya razvitiya proizvoditel'nykh sil Kurganskoy oblasti: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 17 noyabrya 2017 goda* [The concept of development of the productive forces of the Kurgan region: materials of a scientific and practical conference]. 2017. Pp. 264–269. (In Russian)

19. Ob utverzhdenii poryadka predostavleniya subsidiy na sodeystvie dostizheniyu tselevykh pokazateley realizatsii regional'nykh programm razvitiya agropromyshlennogo kompleksa, vnesenii izmeneniy v postanovlenie Pravitel'stva Sverdlovskoy oblasti ot 29.01.2013 No. 110-PP i priznaniy utrativshimi silu otdel'nykh postanovleniy Pravitel'stva Sverdlovskoy oblasti [e-resource]: postanovlenie Pravitel'stva Sverdlovskoy oblasti ot 15.02.2017 No. 76-PP (red. ot 17.10.2018) [On approval of the Procedure for the provision of subsidies to facilitate the achievement of targets for the implementation of regional programs for the development of the agro-industrial complex, amending the Government of the Sverdlovsk region dated 01.29.2013 No. 110-PP and invalidating certain decisions of the Government of the Sverdlovsk region: Government of the Sverdlovsk region of 15.02.2017 No. 76-PP (as amended on 17.10.2018)]. Access from the ref.-legal system „ConsultantPlus“. (In Russian)

20. Latypov R. T., Maleykina G. P. Ekonomicheskie mekhanizmy gosudarstvennoy podderzhki krest'yanskikh (fermerskikh) khozyaystv v Rossiyskoy Federatsii [Economic mechanisms of state support for peasant (farmer) farms in the Russian Federation] // *Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki: integratsionnye protsessy i mekhanizmy formirovaniya i sotsial'no-ekonomicheskaya politika regiona: Materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Regional problems of economic transformation: integration processes and mechanisms of formation and socio-economic policy of the region: Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference]. 2017. Pp. 188–195. (In Russian.)

21. Ministerstvo sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii [Ministry of Agriculture of the Russian Federation] [e-resource]. URL: <http://mcx.ru> (date of reference: 17.05.2019). (In Russian.)

22. Ob utverzhdenii Metodiki otsenki effektivnosti Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaystvennoy produktsii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013–2020 gody, utverzhdennoy postanovleniem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 14.07.2012 No 717 [e-resource]: prikaz Ministerstva sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii ot 07.07.2017 No. 333 [On approval of the Methodology for evaluating the effectiveness of the State Program for the Development of Agriculture and the Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets for 2013–2020, approved by the Government of the Russian Federation dated 14.07.2014 No. 717: Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation of 07.07.2017 No. 333]. Access from the ref.-legal system „ConsultantPlus“. (In Russian.)

23. Laptev D. A. Sozdanie sistemy podderzhki fermerov i razvitie sel'skoy kooperatsii [Creation of a support system for farmers and development of rural cooperation] // *Niva Urala*. 2018. No. 5. Pp. 12–17. (In Russian.)

24. Ministerstvo agropromyshlennogo kompleksa i prodovol'stviya Sverdlovskoy oblasti [Ministry of Agriculture and Food of the Sverdlovsk Region] [e-resource]. URL: <http://mcxso.midural.ru> (date of reference: 17.05.2019). (In Russian.)

25. O gosudarstvennoy podderzhke yuridicheskikh i fizicheskikh lits, osushchestvlyayushchikh proizvodstvo sel'skokhozyaystvennoy produktsii, pervichnyu i (ili) posleduyushchuyu (promyshlennuyu) pererabotku sel'skokhozyaystvennoy produktsii i (ili) zakupku sel'skokhozyaystvennoy produktsii, pishchevykh lesnykh resursov, v Sverdlovskoy oblasti [e-resource]: Zakon Sverdlovskoy oblasti ot 04.02.2008 No. 7-OZ (red. ot 24.09.2018) [On state support to legal entities and individuals engaged in the production of agricultural products, primary and (or) subsequent (industrial) processing of agricultural products and (or) the purchase of agricultural products, food forest resources in the Sverdlovsk Region: Law of the Sverdlovsk Region of 04.02.2008 No. 7-OL (as amended on 24 September 2018)]. Access from the ref.-legal system „ConsultantPlus“. (In Russian.)



26. Natsional'nyy doklad o khode i rezul'tatakh realizatsii v 2017 godu Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaystvennoy produktsii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013–2020 gody [National report on the progress and results of the implementation in 2017 of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets for 2013–2020] [e-resource]. URL: <http://mcx.ru/upload/iblock/1e0/1e03cd2e5492906ba15ca24d67367d8b.pdf>. (date of reference: 16.05.2019). (In Russian.)
27. Reestr byudzhetopoluchateley [Register of budget beneficiaries] [e-resource]. URL: <http://mcxso.midural.ru/article/show/id/1197> (date of reference: 17.05.2019). (In Russian.)
28. Vedomstvennye dannye Ministerstva agropromyshlennogo kompleksa i prodovol'stviya Sverdlovskoy oblasti [Departmental materials of the Ministry of Agriculture and Food of the Sverdlovsk Region]. (In Russian.)
29. Ob obshchikh trebovaniyakh k normativnym pravovym aktam, munitsipal'nym pravovym aktam, reguliruyushchim predostavlenie subsidiy yuridicheskim litsam (za isklyucheniem subsidiy gosudarstvennym (munitsipal'nym) uchrezhdeniyam), individual'nym predprinimatel'yam, a takzhe fizicheskim litsam – proizvoditelyam tovarov, rabot, uslug [e-resource]: postanovlenie Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 06.09.2016 No. 887 (red. ot 20.11.2018) [On general requirements for normative legal acts, municipal legal acts governing the provision of subsidies to legal entities (with the exception of subsidies to state (municipal) institutions), individual entrepreneurs, as well as individuals - producers of goods, works, services: Decree of the Government of the Russian Federation of 6 September 2016 No. 887 (as amended on 20.11.2018)]. Access from the ref.-legal system „ConsultantPlus“. (In Russian.)
30. Aktual'nye napravleniya gosudarstvennoy podderzhki APK v RF, mart 2018 [Actual directions of state support for the agricultural sector in the Russian Federation, March 2018] [e-resource]. URL: <https://agrardialog.ru/prints/details/id/170> (date of reference: 19.05.2019). (In Russian.)
31. Popov S. A. Kompleksnyy analiz otsenki effektivnosti upravleniya programmami podderzhki malogo predprinimatel'stva [A comprehensive analysis of evaluating the effectiveness of management of small business support programs] // Fundamental Research. 2013. No. 10-10. Pp. 2249–2252. (In Russian.)
32. Fermerstvo – opora strany i vazhneyshiy istochnik razvitiya rossiyskikh territoriy. Reshenie XXIX S“ezda AKKOR ot 16 maya 2018 goda [Farming is the backbone of the country and the most important source of development of Russian territories. Decision of the XXIX CAPCR of 16 May 2018] [e-resource]. URL: <http://www.akkor.ru/statya/5147-resheniya-xxix-sezda-akkor.html>. (date of reference: 19.05.2019). (In Russian.)
33. Fastova E. Statistika s poley. Kak za 10 let izmenilos' rossiyskoe sel'skoe khozyaystvo? [Statistics from the fields. How has Russian agriculture changed in 10 years?] // Agrobezopasnost'. 2018. No. 4 (46). Pp. 7–9. (In Russian.)

#### *Authors' information:*

Rinat T. Latypov<sup>1</sup>, candidate of historical sciences, associate professor

Galina P. Maleykina<sup>1</sup>, candidate of agricultural sciences

Aleksey V. Ruchkin<sup>2</sup>, candidate of sociological sciences, associate professor, [alexeyruchkin87@gmail.com](mailto:alexeyruchkin87@gmail.com)

<sup>1</sup>Ural State University of Economics, Ekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

## Применение технологий искусственного интеллекта в сельском хозяйстве

Е. А. Скворцов<sup>1</sup>, В. И. Набоков<sup>2</sup>, К. В. Некрасов<sup>3</sup>, Е. Г. Скворцова<sup>2</sup>, М. И. Кротов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup> Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

<sup>3</sup> Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: nv1472@yandex.ru

**Аннотация.** Технологии искусственного интеллекта (ИИ) применяются в различных отраслях народного хозяйства, в том числе в сельском хозяйстве. Цель исследования – рассмотреть сущность и направления применения технологий ИИ в сельском хозяйстве. Данные технологии применяются в различных областях сельского хозяйства: обнаружение болезней растений, классификация и идентификация сорняков, определение и подсчет плодов, управление водными ресурсами и почвой, прогнозирование погоды (климата), определение поведения животных. Технологии ИИ, применяемые в сельском хозяйстве, обладают рядом существенных особенностей. Прежде всего, это программные и технические средства. Технологии ИИ выполняют интеллектуальную функцию при проведении работ в сельском хозяйстве, которые состоят в осуществлении абстрактных умозаключений, распознавании образов, осуществлении действий в условиях неполноты информации, проявлении творчества, способности к самообучению. К сильным сторонам применения технологий ИИ следует отнести повышение производительности труда в отраслях сельского хозяйства, повышение эффективности управленческих решений, а также повышение доступа к информации, расширение возможностей человека на рабочем месте и появление новых профессий. Основные возможности связаны с различными техническими прорывами, в частности с машинным обучением, использованием нейронных сетей, больших данных и т. д. Это позволит создать дополнительные рабочие места в высокотехнологичных секторах, в том числе в программировании. Технологии ИИ позволят оптимизировать производство продуктов питания во всем мире и снизить остроту проблемы глобального голода. Одна из угроз для РФ состоит в наметившемся отставании в разработке данных технологий для сельского хозяйства от передовых стран. Результаты исследования могут быть использованы органами исполнительной власти при разработке программ инновационного развития сельского хозяйства и технической модернизации отрасли.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, машинное обучение, интеллектуальные технологии, цифровое сельское хозяйство.

**Для цитирования:** Применение технологий искусственного интеллекта в сельском хозяйстве Е. А. Скворцов, В. И. Набоков, К. В. Некрасов, Е. Г. Скворцова, М. И. Кротов // Аграрный вестник Урала. 2019. № 8 (187). С. 91–98. DOI: 10.32417/article\_5d908ed78f7fc7.89378141.

**Дата поступления статьи:** 29.05.2019.

### Постановка проблемы (Introduction)

В России в 2019 году планируется запуск программы «Цифровизация сельского хозяйства». Одной из основных ее задач является переход к цифровому сельскому хозяйству, точному земледелию, активному использованию цифровых технологий. По предварительным оценкам, это позволит к 2024 году увеличить вклад сельского хозяйства в экономику страны до 5,9 трлн руб., повысить экспортную выручку сельхозорганизаций до 45 млрд долл., существенно повысить эффективность аграрного производства.

Особое значение среди данных технологий приобретают технологии искусственного интеллекта (ИИ). Дело в том, что технологии ИИ в том или ином виде применяются при анализе больших данных, используются в робототехнике. Искусственный интеллект играет важную роль в управлении жизненным циклом информации,

включаящим обработку данных, управление информационными потоками и знаниями.

Технологии ИИ уже применяются в различных отраслях народного хозяйства. В медицине они позволяют на основе обработки большого объема данных ставить своевременный диагноз с высокой точностью. Данные технологии широко используются в быту. В промышленности ИИ позволяет полностью автоматизировать вредные и опасные для работающих производства. Технология умного дома на основе ИИ оптимизирует работу сигнализации, помогает делать покупки и даже осуществлять покупки за работника. Все большее значение данные технологии приобретают и в сельском хозяйстве.

### Методология и методы исследования (Methods)

Отдельные вопросы, связанные с внедрением и использованием технологий ИИ в сельском хозяйстве, рассмотрели российские ученые А. В. Акимов, М. И. Гор-

бачев, А. А. Гришин, Л. П. Кормановский, Ю. Ф. Лачуга, Н. М. Морозов, П. А. Суровцев, Е. А. Тяпугин, В. К. Углин, Р. Р. Хисамов, Ю. А. Цой, С. В. Шаныгин, Е. И. Юревич и другие. Вместе с тем многие аспекты, связанные с внедрением и использованием технологий ИИ в сельском хозяйстве, теоретически и методически не разработаны. Недостаточно разработан понятийный аппарат, мало исследованы последствия использования технологий искусственного интеллекта. Этим объясняется выбор темы, объекта, предмета, цели и задач исследования.

Цель исследования – рассмотреть сущность и направления применения технологий искусственного интеллекта в сельском хозяйстве.

Начиная с появления в 1940-х годах первых электронно-вычислительных машин, специалисты прогнозируют появление компьютера, который будет сопоставим по уровню интеллекта с человеком. Еще в 60-е годы ведущие ученые в этой сфере говорили о создании в течение нескольких десятилетий искусственного интеллекта. При этом имелась в виду разумная техническая система, наделенная здравым смыслом, обладающая способностью к обучению и мышлению, умеющая планировать и комплексно обрабатывать информацию, собранную из разных источников – реальных и теоретических. Первые исследователи технологий ИИ прогнозировали создание сверхума, который во многом превзойдет уровень человеческого мышления.

В процессе исследования использовался библиометрический метод, который позволяет проводить сбор информации о публикациях для ее дальнейшего обобщения. В данном исследовании сначала проводилось глубинное сканирование текстов для отбора ключевых слов, затем выполнялся анализ публикаций в наукометрических базах.

Для оценки возможностей применения технологий ИИ в сельском хозяйстве использован инструментальный SWOT-анализа. Универсальные приемы данного метода позволили выявить слабые и сильные стороны, наметить возможности и угрозы применения технологий ИИ в отрасли. Использовались также экономико-статистический анализ и другие методы научного исследования, обусловленные конкретными задачами исследования.

### Результаты (Results)

В настоящее время организации сельского хозяйства России осуществляют переход к цифровым технологиям. По прогнозам экспертов из исследовательской компании Json and Partners Consulting, суммарный экономический эффект от перехода сельского хозяйства России к данным технологиям может составить более 4,8 трлн рублей в годовом исчислении, что составляет 5,6 % прироста ВВП (относительно показателя 2016 года) [1]. Согласно прогнозу экспертов, выполнение «дорожной карты» Минсельхоза России позволит к 2024 году повысить долю организаций АПК, использующих так называемые технологии интернета вещей, точного земледелия, цифрового стада и умных теплиц, до 60 %. Переход к цифровым технологиям будет способствовать росту престижности труда в отрасли, увеличению доли молодых работников, увеличению к 2024 году на 20 % количества рабочих мест в отрасли. Видное место в указанных цифровых технологиях занимают технологии развитие искусственного интеллекта.

Современные представления об искусственном интеллекте имеют мало общего с представлениями о системах и роботах, привитых нам фантастами прошлого века. Искусственный интеллект лишен сознания, в нем нет интеллекта, если рассматривать последний как способность приспосабливаться к новым ситуациям, понимать и применять абстрактные концепции и использовать знания для управления окружающей средой. На этом его «слабости» заканчиваются. Искусственный интеллект способен просматривать, изучать, сопоставлять и анализировать огромные массивы данных. В этом плане компьютерные программы значительно превосходят возможности человека – алгоритмы с легкостью «рассуждают» в рамках долгосрочного марафона, в то время как мыслительные возможности человека работают на «коротких дистанциях», последовательно решая вереницы локальных и симптоматических проблем.

Это вызывает значительный интерес к технологиям ИИ. Так, в последнее время наблюдается резкое увеличение количества публикаций БД Web of Science по применению данных технологий в сельском хозяйстве. В процессе исследования выявлена в общей сложности 1141 такая статья, опубликованная с 2008 по 2018 годы. При этом наибольший прирост (в 1,6 раза по сравнению с предыдущим годом) наблюдался в 2018 году (рис. 1).

Кроме того, проведен анализ количества публикаций в крупнейшей научной базе цитирования WoS в разрезе стран (рис. 2).

Технологии ИИ могут применяться в различных областях сельскохозяйственного производства. Так, их начинают использовать при прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от различных факторов. Австралийские ученые производят точный прогноз урожайности кофе на основе экологических, климатических и почвенных условий [2]. В их исследовании применяются технологии ИИ на основе экстремального машинного обучения (ELM) для анализа свойств и плодородия почв. Использование ELM по сравнению с аналогичными моделями позволяет существенно повысить эффективность прогнозирования урожайности в хозяйствах, выбрать почвы с наиболее оптимальными свойствами.

Методы машинного обучения (ML) позволяют обрабатывать большое количество входных данных о развитии растений и на этой основе осуществлять весьма точное прогнозирование урожайности культур [3]. В одном из исследований, которое использовалось для прогнозирования урожайности, авторы разработали систему машинного зрения для уборки вишни [4]. Основная цель этой системы – снижение потребности в ручном труде при уборке урожая и выполнении погрузочно-разгрузочных работ. В другом исследовании авторы разработали систему картографирования урожайности цитрусовых [5]. Цель исследования состояла в том, чтобы предоставить производителям конкретную информацию об урожайности и оптимизировать посадки с точки зрения прибыли и урожайности.

Информация о состоянии почвы также является весьма важной, позволяющей принимать эффективные управленческие решения. Группа исследователей применила технологии ИИ для мониторинга и прогнозирования влажности

почвы, что весьма необходимо для понимания динамики почвенных процессов и последующего принятия решений [6]. В их исследовании применялись гибридные модели интеллектуальных данных и экстремального машинного обучения. Другие ученые применили различные модели машинного обучения для оценки температуры почвы [7]. Определение температуры различных слоев почвы (от 5 до 100 см) выполнялось с использованием экстремального машинного обучения, искусственной нейронной сети (ANN) и дерева моделей (M5 Tree). Это позволило получить оптимальную модель на основе ELM для оценки температуры почвы на разных глубинах с соответствующей комбинацией метеорологических данных.

Значительное количество исследований по применению технологий ИИ посвящено выявлению болезней растений и животных. Так, разработана система для обнаружения азотного стресса и желтой ржавчины, инфицированных и здоровых растений озимой пшеницы, основанная на иерархическом самоорганизующемся классификаторе и гиперспектральных данных. Исследование было направлено на точное выявление этих категорий для более эффективного использования фунгицидов и удобрений [8].

Технологии ИИ используются при прогнозировании погоды. Так, применение технологий машинного обучения (ELM) позволило получить более точные прогнозы потенциальных рисков засухи в восточной Австралии [9]. Аналогичные результаты получены в Пакистане с помо-

щью модели машины экстремального обучения (Com-ELM) [10]. Это позволяет использовать технологии искусственного интеллекта при принятии управленческих решений по снижению последствий климатических рисков и управлению урожайностью.

Значительную роль играет и требует существенных усилий управление водными ресурсами в сельскохозяйственном производстве. Точная оценка эвапотранспирации является сложным процессом и имеет большое значение для управления ресурсами в растениеводстве, а также для проектирования и эксплуатации ирригационных систем. Исследователями разработан вычислительный метод для оценки среднемесячной эвапотранспирации для засушливых и полузасушливых регионов. При этом использовались методы машинного обучения и среднемесячные климатические данные 44 метеорологических станций за период с 1951 по 2010 годы [11].

Еще одна серьезная проблема в сельском хозяйстве – выявление сорняков и борьба с ними. Технологии ИИ позволяют точно определять сорняки в посевах. Разработан новый способ, основанный на методах машинного обучения (ML) и гиперспектральной визуализации, для распознавания видов культур и сорняков [12]. Основной целью данного метода является точное выявление различных видов сорняков, что позволяет достигать определенных экономических эффектов и снижать уровень обработки гербицидами посевов.

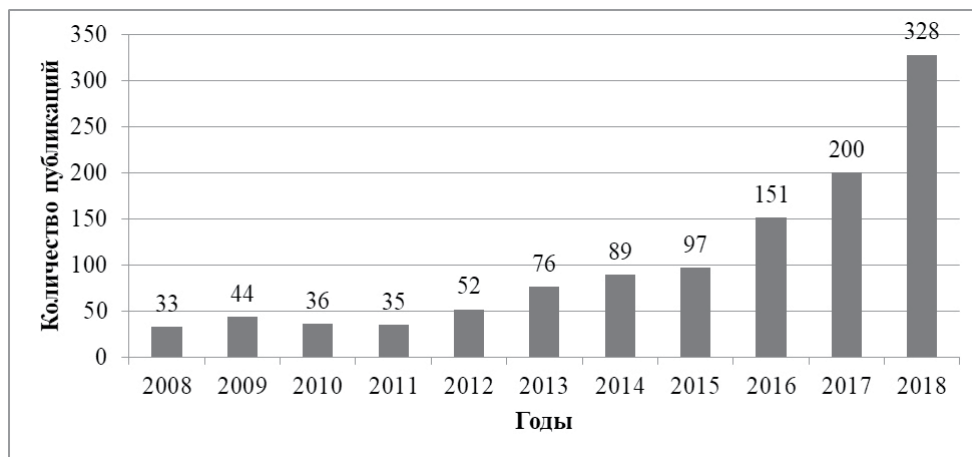


Рис. 1. Количество публикаций в БД Web of Science по применению технологий ИИ в сельском хозяйстве

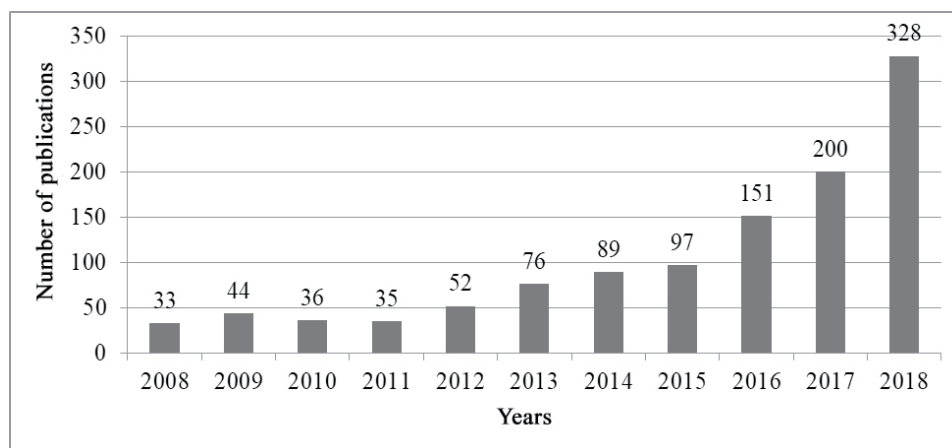


Fig. 1. Number of publications in the Web of Science database on the use of AI technologies in agriculture



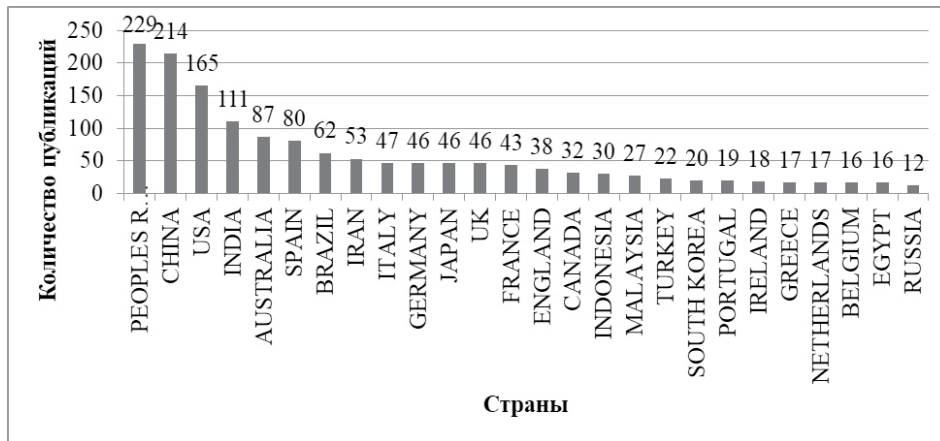


Рис. 2. Количество публикаций в базе данных WoS в разрезе стран

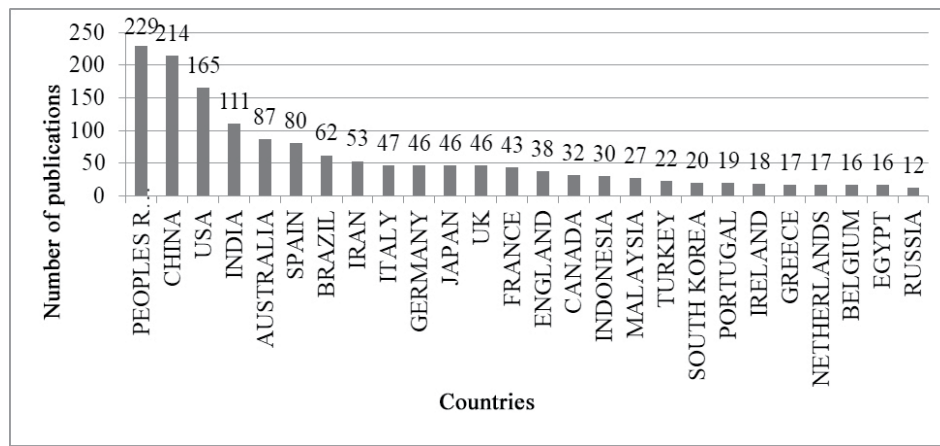


Fig. 2. Number of publications in the WoS database by country

В животноводстве технологии ИИ применяются при оценке продуктивности и моделей поведения животных. Разработан метод классификации поведения крупного рогатого скота на основе моделей машинного обучения с использованием данных, собранных ошейниковыми датчиками с магнитометрами и трехосными акселерометрами. Целью исследования было прогнозирование таких событий, как эструс и распознавание изменений рациона у крупного рогатого скота [13].

Обобщив данные некоторых технологий искусственного интеллекта, применяемых в сельском хозяйстве, можно выделить их некоторые общие характеристики. Технологии ИИ, применяемые в сельском хозяйстве, обладают рядом существенных особенностей, а именно:

- это технические решения, прежде всего программные и технические средства для выполнения определенных сельскохозяйственных работ или прогнозирования развития отрасли в зависимости от различных факторов (климата, состояния почвы, количества осадков, цен на рынке). Зачастую технологии ИИ используются совместно с робототехникой, здесь можно говорить об их взаимодействии. Так, робот обеспечивает передвижение, манипуляцию предметами и орудиями труда, а технологии ИИ, в свою очередь, осуществляют ориентацию в пространстве, выбирают оптимальные орудия труда для робота при выполнении определенной работы, распознают препятствия и объекты и т. д.;

- они используются для сельского хозяйства, т. е. непосредственно при производстве продуктов питания или выработке оптимальной стратегии управления сельским хозяйством. Это означает необходимость учета функционирования в изменяющихся природно-климатических условиях; работу с живыми организмами – растениями, животными; функционирование в животноводческих помещениях или открытой местности, что вызывает необходимость ориентироваться в пространстве, зачастую с распознаванием образов (различных неотсортированных объектов); работу с большими объемами данных при анализе стратегии развития сельского хозяйства;

- они выполняют интеллектуальные функции при осуществлении работ в сельском хозяйстве, которые состоят в возможности осуществлять абстрактные умозаключения, распознавать образы, действовать в условиях неполноты информации, проявлять творчество, способность к самообучению. Это особенно актуально при распознавании неоткалиброванных объектов или построении моделей развития сельского хозяйства в зависимости от различных факторов (ценовых, рыночных и т. д.).

Можно выделить возможности и ограничения в использовании технологий ИИ в сельском хозяйстве (таблица).

Многие эксперты связывают основные эффекты применения технологий ИИ с повышением производительности труда в сельском хозяйстве. Внедрение данных технологий также позволит снизить занятость людей на опасных и вредных для человека и животных произ-

## SWOT-анализ применения технологий ИИ в сельском хозяйстве

Сильные стороны (Strengths)	Слабые стороны (Weaknesses)
Повышение производительности труда в организациях сельского хозяйства, использующих технологии ИИ	Необходимость продолжительных исследований и значительных инвестиций в разработку технологий ИИ для сельского хозяйства
Повышение эффективности принимаемых управленческих решений, а также повышение уровня знаний и доступа к информации	Длительность выхода технологий ИИ на рынок, сложность определения коммерческой эффективности данных технологий
Расширение возможностей человека на рабочем месте, появление новых профессий и рабочих мест	Необходимость обработки огромных объемов данных, энергетических затрат и дорогостоящего цифрового оборудования
Повышение привлекательности отрасли для молодого поколения кадров	Сопrotивление отдельных работников внедрению технологий ИИ
Возможности (Opportunities)	Угрозы (Threats)
Создание дополнительных рабочих мест в высокотехнологичном секторе, в том числе в программировании, обслуживании оборудования ИИ	Наметившееся отставание РФ от передовых стран в разработке технологий ИИ для сельского хозяйства
Существенный рост прогресса в развитии технологий ИИ в сельском хозяйстве на основе машинного обучения, использования больших данных, нейронных сетей и т. д.	Низкая ясность последствий внедрения технологий ИИ для большинства социальных институтов
Возможные технологические прорывы в сельском хозяйстве на основе открытия с помощью ИИ новых закономерностей в животном и растительном мире	Подготовка кадров в отраслевых учебных заведениях по устаревшим программам, с недостатком компетенций по применению ИИ в аграрном производстве

Table

## SWOT-analysis of the use of AI technologies in agriculture

<i>Strengths</i>	<i>Weaknesses</i>
<i>Increasing productivity in agricultural organizations using AI technologies</i>	<i>The need for long-term research and significant investment in the development of AI technologies for agriculture</i>
<i>Improving the efficiency of management decisions, as well as improving the level of knowledge and access to information</i>	<i>The duration of AI technologies entering the market, the complexity of determining the commercial efficiency of these technologies</i>
<i>Empowerment of the person in the workplace, the emergence of new professions and jobs</i>	<i>The need to process huge amounts of data, energy costs and expensive digital equipment</i>
<i>Increasing the attractiveness of the industry for the younger generation of personnel</i>	<i>Resistance of individual employees to the introduction of AI technologies</i>
<i>Opportunities</i>	<i>Threats</i>
<i>Creation of additional jobs in the high-tech sector, including programming, maintenance of AI equipment</i>	<i>Russia's lagging behind advanced countries in the development of AI technologies for agriculture</i>
<i>Significant progress in the development of AI technologies in agriculture based on machine learning, the use of big data, neural networks, etc.</i>	<i>Low clarity on the impact of AI technologies on most social institutions</i>
<i>Possible technological breakthroughs in agriculture based on the discovery of new laws in the animal and plant world with the help of AI</i>	<i>Training in branch educational institutions on outdated programs, with a lack of competence in the use of AI in agricultural production</i>

водства, прежде всего на работах с ядохимикатами, по опрыскиванию растений и навозоудалению. Это, в свою очередь, позволит повысить привлекательность отрасли для молодых кадров.

Повышение эффективности управленческих решений, а также повышение уровня знаний и доступа к информации связано с возможностью искусственного интеллекта предоставлять более точные прогнозы по урожайности, ценовым и рыночным рискам и др. Достаточно часто инвесторов от сельского хозяйства отпугивают высокие риски неполучения урожая, резкие колебания цен и т. д.

Одна из возможностей применения технологий ИИ состоит в том, что они способствуют расширению возможностей человека на рабочем месте, а в ряде случаев являются его заменой при выполнении таких функций, как вождение автомобиля (комбайна, трактора). Точно так

же прошлые технологические инновации, такие как развитие и внедрение широкополосного интернета, разработка и внедрение мобильной телефонии и другие, послужили расширению человеческих возможностей, а в некоторых случаях позволили заменить людей на опасных и монотонных работах.

Технологии ИИ имеют значительный потенциал для оптимизации производства продуктов питания посредством анализа условий ведения работ в конкретных регионах и определения того, что необходимо сделать для повышения урожайности в каждом из них.

Прогресс в развитии технологий ИИ в сельском хозяйстве стал возможным благодаря различным технологическим прорывам. Зачастую эти технологии строятся на основе машинного обучения и использования больших данных, нейронных сетей и т. д. Применение этих технологий

позволяет обнаружить новые закономерности в животном и растительном мире, что может привести к различным технологическим прорывам в сельском хозяйстве.

Слабые стороны данных технологий состоят в необходимости концентрации значительных финансовых и людских ресурсов на проведении исследований по этим направлениям. Страны с высоким уровнем экономического развития, прежде всего Китай, США, страны ЕС, осознают значимость исследований данных вопросов и вкладывают в них значительные средства. Серьезная угроза для сельского хозяйства России состоит в том, что наметилось отставание в разработке технологий ИИ для сельского хозяйства от передовых стран.

Применение технологий ИИ в сельском хозяйстве и в экономике в целом окажет определяющее влияние на развитие различных социальных институтов. Эксперты считают, что большинство из них, прежде все институты частной собственности, рынка, производства, семьи, образования, государства и права, претерпят при этом кардинальные изменения.

### Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Таким образом, технологии ИИ уже используются в различных областях сельского хозяйства, таких как обнаружение болезней растений, классификация растений, идентификация сорняков, подсчет плодов, классификация земельных ресурсов, обнаружение препятствий для сельскохозяйственной техники, распознавание образов, прогнозирование погоды, изучение поведения животных.

Дальнейшее развитие и применение данных технологий связано с существенными неопределенностями. Управляемые с помощью программного обеспечения производственные, сервисные и транзакционные структуры изначально приобретают глобальный характер. Возникает значительное количество теоретических и прикладных вопросов, на которые должна ответить в ближайшее время экономическая наука.

Результаты исследования могут быть использованы органами исполнительной власти при разработке программ инновационного развития сельского хозяйства и технической модернизации отрасли.

### Библиографический список

1. Набоков В. И., Некрасов К. В., Зуева О. Н., Донскова Л. А. Отраслевые особенности как фактор формирования и развития логистических систем в АПК // Аграрный вестник Урала. 2016. № 12 (154). С. 102–104.
2. Набоков В. И., Ишниязова А. Р., Некрасов К. В. Совершенствование инновационной деятельности современных организаций: монография. Ижевск: ООО «Принт-2», 2017. 140 с.
3. Набоков В. И., Скворцов Е. А., Некрасов К. В. Кадровая проблема и внедрение робототехники в сельском хозяйстве // Финансовая экономика. 2018. № 7. С. 89–91.
4. Набоков В. И., Скворцов Е. А., Некрасов К. В. Внедрение робототехники в организациях сельского хозяйства // Вестник ВИЭСХ. 2018. № 4 (33). С. 126–131.
5. Некрасов К. В. Организационно-экономический механизм инновационного развития перерабатывающих организаций молочно-продуктового подкомплекса региона: автореферат дис. ... канд. экон. наук. Екатеринбург: Уральская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. 26 с.
6. Федоренко В. Ф., Черноиванов В. И., Гольяпин В. Я., Федоренко И. В. Мировые тенденции интеллектуализации сельского хозяйства: научный аналитический обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 232 с.
7. Amaty S., Karkee M., Gongal A., Zhang Q., Whiting M. D. Detection of cherry tree branches with full foliage in planar architecture for automated sweet-cherry harvesting // Biosystems Engineering. 2015. No. 146. Pp. 3–15
8. Dutta R., Smith D., Rawnsley R., Bishop-Hurle, G., Hills J., Timms G., Henry D. Dynamic cattle behavioural classification using supervised ensemble classifiers // Computers and Electronics in Agriculture. 2015. No. 111. Pp. 18–28.
9. Mehdizadeh S., Behmanesh J., Khalili K. Using MARS, SVM, GEP and empirical equations for estimation of monthly mean reference evapotranspiration // Computers and Electronics in Agriculture. 2017. No. 139. Pp. 103–114.
10. Mouatadid S., Raj N., Deo R. C., Adarnowski J. F. Input selection and data-driven model performance optimization to predict the Standardized Precipitation and Evaporation Index in a drought-prone region // Atmospheric research. 2018. T. 212. Pp. 130–149.
11. Prasad R., Deo R. C., Li Y., Maraseni T. Soil moisture forecasting by a hybrid machine learning technique: ELM integrated with ensemble empirical mode decomposition // Geoderma. 2018. T. 330. Pp. 136–161.
12. Pantazi X. E., Moshou D., Oberti R., West J., Mouazen A. M., Bochtis D. Detection of biotic and abiotic stresses in crops by using hierarchical self organizing classifiers // Precision Agriculture. 2017. No. 18. Pp. 383–393.
13. Sengupta S., Lee W. S. Identification and determination of the number of immature green citrus fruit in a canopy under different ambient light conditions // Biosystems Engineering. 2015. No. 117. Pp. 51–61.

### Об авторах:

Егор Артемович Скворцов<sup>1</sup>, кандидат экономических наук, доцент

Владимир Иннокентьевич Набоков<sup>2</sup>, доктор экономических наук, профессор, [nvl472@yandex.ru](mailto:nvl472@yandex.ru)

Константин Викторович Некрасов<sup>3</sup>, кандидат экономических наук, доцент

Екатерина Геннадьевна Скворцова<sup>2</sup>, преподаватель

Михаил Иванович Кротов<sup>2</sup>, кандидат экономических наук, доцент

<sup>1</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup> Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

<sup>3</sup> Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, Россия

## Application of technologies of artificial intelligence in agriculture

E. A. Skvortsov<sup>1</sup>, V. I. Nabokov<sup>2</sup>✉, K. V. Nekrasov<sup>3</sup>, E. G. Skvortsova<sup>2</sup>, M. I. Krotov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

<sup>3</sup>Ural State University of the Railway Transport, Ekaterinburg, Russia

✉E-mail: nv1472@yandex.ru

**Abstract.** The technologies of artificial intelligence (AI) are used in various sectors of the national economy, including agriculture. The purpose of the study is to identify the essence and summarize the directions of application of AI technologies in agriculture. These technologies are used in various fields of agriculture: the detection of plant diseases, the classification and identification of weeds, the determination and counting of fruits, the management of water resources and soil, the prediction of weather (climate), and the determination of animal behavior. AI technologies used in agriculture have a number of significant features. First of all, it is a software and hardware tool. AI technologies perform an intellectual function when performing work in agriculture, which consists in the ability to perform abstract reasoning, recognize images, act in conditions of incomplete information, show creativity, and ability to learn. The strengths of the application of AI technologies include increased labor productivity in agricultural sectors, increased efficiency in managerial decision-making processes, as well as increased access to information, increased human capabilities in the workplace, and the emergence of new professions. The main features are connected with various technical breakthroughs, in particular, machine learning, neural networks, big data, etc. This will create additional jobs in high-tech sectors, including programming. AI technologies will optimize food production worldwide and reduce the problem of global hunger. One of the threats is the outlined lag of the Russian Federation in the development of these technologies for agriculture from the advanced countries. The results of the study can be used by the executive authorities in the development of programs for innovative agricultural development and technical modernization of the industry.

**Keywords:** artificial intelligence, deep learning (DL), intellectual technologies, digital farming.

**For citation:** Skvortsov E. A., Nabokov V. I., Nekrasov K. V., Skvortsova E. G., Krotov M. I. *Primeneniye tekhnologiy iskusstvennogo intellekta v sel'skom khozyaystve* [Application of technologies of artificial intelligence in agriculture] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2019. No. 8 (187). Pp. 91–98. DOI: 10.32417/article\_5d908ed78f7fc7.89378141. (In Russian.)

### References

1. Nabokov V. I., Nekrasov K. V., Zueva O. N., Donskova L. A. Otrasleyvyye osobennosti kak faktor formirovaniya i razvitiya logisticheskikh sistem v APK [Industry features as a factor of formation and development of logistics systems in the agro-industrial complex] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2016. No. 12 (154). Pp. 102–104. (In Russian.)
2. Nabokov V. I., Ishniyazova A. R., Nekrasov K. V. Sovershenstvovaniye innovatsionnoy deyatelnosti sovremennykh organizatsiy: monografiya [Improvement of innovative activities of modern organizations: monograph]. Izhevsk: LLC „Print-2“, 2017. 140 p. (In Russian.)
3. Nabokov V. I., Skvortsov E. A., Nekrasov K. V. Kadrovaya problema i vnedreniye robototekhniki v sel'skom khozyaystve [Personnel problem and introduction of robotics in agriculture] // Financial economy. 2018. No. 7. Pp. 89–91. (In Russian.)
4. Nabokov V. I., Skvortsov E. A., Nekrasov K. V. Vnedreniye robototekhniki v organizatsiyakh sel'skogo khozyaystva [Introduction of robotics in agricultural organizations] // VIESH institute' herald. 2018. No. 4 (33). Pp. 126–131. (In Russian.)
5. Nekrasov K. V. Organizatsionno-ekonomicheskii mekhanizm innovatsionnogo razvitiya pererabatyvayushchikh organizatsiy molochno-produktovogo podkompleksa regiona: avtoreferat dis. ... kand. ekon. nauk [Organizational and economic mechanism of innovative development of the organizations of processing a dairy-grocery subcomplex of region: abstract of dissertation ... candidate of economic sciences]. Ekaterinburg: Ural State Agricultural Academy, 2013. 26 p. (In Russian.)
6. Fedorenko V. F., Chernoiyanov V. I., Gol'tyapin V. Ya., Fedorenko I. V. Mirovyye tendentsii intellektualizatsii sel'skogo khozyaystva: nauchnyy analiticheskiy obzor [International trend of intellectualization of agriculture: scientific analytical review]. Moscow: Rosinformagrotekh, 2018. 232 p. (In Russian.)
7. Amatya S., Karkee M., Gongal A., Zhang Q., Whiting M. D. Detection of cherry tree branches with full foliage in planar architecture for automated sweet-cherry harvesting // Biosystems Engineering. 2015. No. 146. Pp. 3–15
8. Dutta R., Smith D., Rawnsley R., Bishop-Hurle, G., Hills J., Timms G., Henry D. Dynamic cattle behavioural classification using supervised ensemble classifiers // Computers and Electronics in Agriculture. 2015. No. 111. Pp. 18–28.
9. Mehdizadeh S., Behmanesh J., Khalili K. Using MARS, SVM, GEP and empirical equations for estimation of monthly mean reference evapotranspiration // Computers and Electronics in Agriculture. 2017. No. 139. Pp. 103–114.



10. Mouatadid S., Raj N., Deo R. C., Adarnowski J. F. Input selection and data-driven model performance optimization to predict the Standardized Precipitation and Evaporation Index in a drought-prone region // *Atmospheric research*. 2018. T. 212. Pp. 130–149.
11. Prasad R., Deo R. C., Li Y., Maraseni T. Soil moisture forecasting by a hybrid machine learning technique: ELM integrated with ensemble empirical mode decomposition // *Geoderma*. 2018. T. 330. Pp. 136–161.
12. Pantazi X. E., Moshou D., Oberti R., West J., Mouazen A. M., Bochtis D. Detection of biotic and abiotic stresses in crops by using hierarchical self organizing classifiers // *Precision Agriculture*. 2017. No. 18. Pp. 383–393.
13. Sengupta S., Lee W. S. Identification and determination of the number of immature green citrus fruit in a canopy under different ambient light conditions // *Biosystems Engineering*. 2015. No. 117. Pp. 51–61.

***Authors' information:***

Egor A. Skvortsov<sup>1</sup>, candidate of economic sciences, associate professor

Vladimir I. Nabokov<sup>2</sup>, doctor of economics, professor, [nv1472@yandex.ru](mailto:nv1472@yandex.ru)

Konstantin V. Nekrasov<sup>3</sup>, candidate of economic sciences, associate professor

Ekaterina G. Skvortsova<sup>2</sup>, teacher

Mikhail I. Krotov<sup>2</sup>, candidate of economic sciences, associate professor

<sup>1</sup>Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

<sup>3</sup>Ural State University of the Railway Transport, Ekaterinburg, Russia

**Учредитель и издатель:**

**Уральский государственный аграрный университет**

**Адрес учредителя, издателя и редакции:**

**620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42.**



**Founder and publisher:**

**Ural state agrarian University**

**Address of founder, publisher and editorial Board:**

**620075, Russia, Ekaterinburg, K. Liebknecht str., 42.**

**Подписной индекс 16356 в объединенном каталоге «Пресса России»**

**Редакция журнала:**

*А. В. Ручкин* – кандидат социологических наук, шеф-редактор

*О. А. Багрецова* – ответственный редактор

*А. В. Ерофеева* – редактор

*Н. А. Предеина* – верстка, дизайн

**Editorial:**

*A. V. Ruchkin* - candidate of sociological Sciences, chief editor

*O. A. Bagretsova* – Executive editor

*A. V. Erofeeva* - editor

*N. A. Predeina* - layout, design

Учредитель и издатель: **Уральский государственный аграрный университет**

Адрес учредителя, издателя и редакции: **620075, Россия, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, д. 42.**

Зам. гл. редактора-ответственный секретарь, факс (343) 350-97-49.

*E-mail:* [agro-ural@mail.ru](mailto:agro-ural@mail.ru) (для материалов)

Издание зарегистрировано в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций

Все публикуемые материалы проверяются в системе «Антиплагиат».

Свидетельство о регистрации: ПИ № 77-12831 от 31 мая 2002 г.

Оригинал-макет подготовлен в Уральском аграрном издательстве.

620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, д. 42

Отпечатано в ООО Универсальная типография «Альфа Принт». 620049, г. Екатеринбург, пер. Автоматики, д. 2Ж.

Подписано в печать: 10.08.2019 г. Усл. печ. л. 9,3. Автор. л. 8,1

Тираж: 2000 экз. Цена: в розницу свободная