



Проблемы и пути управления эффективностью возделывания зерновых культур в Сибири

✉ Утенков Г.Л., Голохваст К.С., Утенкова Т.И., Бердникова Т.В.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

✉ e-mail: utenkov1951@mail.ru

Продовольственная безопасность Российской Федерации во многом определяется производством зерновых культур, в особенности пшеницы. Но дефицит финансовых и трудовых ресурсов, а также применение экстенсивных технологий не позволяют сельхозпроизводителям в полной мере реализовать достижения научно-технического прогресса. Требуется использование новых подходов к ведению сельского хозяйства и его машинно-техническому обеспечению, а также поиск инновационных решений, формируемых на основе принципа мультидисциплинарности. Однако техническая проблема обусловлена недостаточным развитием применяемых технических средств и отсутствием теории управления. Существующая отечественная техника способна реализовать лишь традиционные технологии без учета статистических характеристик свойств почвы. В этой связи главной целью данного исследования стало установление взаимосвязи параметров технологических процессов и технического оснащения с основными физико-механическими свойствами и состояниями почвы для реализации ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих эффективность возделывания зерновых культур. В ходе исследования проведен анализ применяемых механико-технологических процессов возделывания зерновых культур, выявлены наиболее значимые факторы и показатели, влияющие на эффективность возделывания зерновых, предложены пути и способы управления эффективностью возделывания зерновых культур в Сибири. Также установлена причина высокой энергоемкости технологических процессов и обоснована конкурентоспособная величина урожайности зерновых культур. Сформированы рациональная структура рекомендуемых уровней интенсивности технологий и инновационные механико-технологические решения технологических процессов обработки почвы. Предложенные пути роста эффективности возделывания зерновых культур позволяют вскрыть резервы неиспользуемых ресурсов, стать основой для инновационных механико-технологических решений в рамках реализации ресурсосберегающих технологий в адаптивно-ландшафтном земледелии Сибири.

Ключевые слова: физические свойства почвы, процессы, зерновые культуры, урожайность, технологии, энергоемкость, деградация

Problems and ways of managing the efficiency of grain cultivation in Siberia

✉ Utenkov G.L., Golokhvast K.S., Utenkova T.I., Berdnikova T.V.

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

✉ e-mail: utenkov1951@mail.ru

The food security of the Russian Federation is largely determined by the production of grain crops, and especially wheat. However, the shortage of financial and labor resources and the implementation of extensive technologies do not allow agricultural producers to realize the achievements of scientific and technological progress. New approaches to agriculture and its mechanical and technical support

are needed, as well as the search for innovative solutions based on the principle of multidisciplinary. However, the technical problem is caused by the incompleteness of the applied technical means and the lack of a control theory. The existing domestic technology is capable of implementing only traditional technologies without taking into account the statistical characteristics of soil properties. In this regard, the main objective of this study was to establish the relationship between the parameters of technological processes and technical equipment and the basic physical and mechanical properties and conditions of the soil for the implementation of resource-saving technologies that ensure the efficiency of grain crop cultivation. During the study, analysis of the mechanical and technological processes used in grain cultivation was conducted, the most significant factors and indicators affecting the efficiency of grain cultivation were identified, and ways and means of managing the efficiency of grain cultivation in Siberia were proposed. The reason for high energy consumption in technological processes was also established, and a competitive grain crop yield was justified. A rational structure of the recommended levels of technology intensity and innovative mechanical and technological solutions for soil cultivation processes were developed. The proposed ways to increase the efficiency of grain crop cultivation make it possible to tap into unused resources and become the basis for innovative mechanical and technological solutions within the framework of implementing resource-saving technologies in adaptive landscape farming in Siberia.

Keywords: physical properties of the soil, processes, grain crops, yield, technologies, energy intensity, degradation

Для цитирования: Утенков Г.Л., Голохваст К.С., Утенкова Т.И., Бердникова Т.В. Проблемы и пути управления эффективностью возделывания зерновых культур в Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2025. Т. 55. № 6. С. 132–141. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2025-6-12>

For citation: Utenkov G.L., Golokhvast K.S., Utenkova T.I., Berdnikova T.V. Problems and ways of managing the efficiency of grain cultivation in Siberia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2025, vol. 55, no. 6, pp. 132–141. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2025-6-12>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

В России зерновое производство исторически является ведущей подотраслью сельского хозяйства и ядром зернопродуктового подкомплекса, в котором около 40% объема агропромышленного производства связаны с использованием зерновых ресурсов. Будучи своеобразным «донором» сельского хозяйства, зерновое производство остается самым престижным и «денежным» видом деятельности [1]. Однако преобладающее применение экстенсивных технологий из-за дефицита финансовых и трудовых ресурсов делает зерновое производство не только экстенсивным и энергоемким, но и экологически несбалансированным. Так, для роста эффективности возделывания зерновых культур на 1% требуется использование 2–3% потребляемых ресурсов. Высокая энергоемкость зернового производства обусловлена отсутствием учета

статистических характеристик свойств почвы, что приводит к реализации нестационарных процессов, требующих резерва энергетических и других мощностей.

Интенсификацию производства выделяют как основной фактор повышения урожайности и обеспечения стабильности урожаев зерна. Интенсификация производства основана на принципах ресурсосбережения. В растениеводстве ресурсосбережение рассматривается в рамках нескольких подходов: экономического, заключающегося в удешевлении технологии выращивания культуры; энергетического, предполагающего сокращение затрат, выраженных в энергетических единицах, используемых для выполнения всех агротехнологических приемов; эколого-энергетического, заключающегося в сокращении энергии, расходуемой на выращивание культуры, а также на мероприятия по сохранению и повышению плодородия почвы [2].

В настоящее время большие надежды возлагаются на технологии точного земледелия (ТТЗ). Однако данные технологии учитывают лишь содержание питательных веществ в почве, а не ее физические свойства [3]. Главной составляющей физических свойств почв является гранулометрический состав их твердой фазы. Его характеристики определяют практически все физические свойства почвы: порозность, плотность сложения, водопроницаемость, влагоемкость, воздушный и гидротермический режимы и др. В связи с этим разработка новых технологий и техники на базе существующих подходов не обеспечивает адекватного роста эффективности. Требуется реализация новых подходов к ведению сельского хозяйства и его машинно-технологическому обеспечению [4]. Нужны новые теоретические и методологические подходы и инновационные решения, формирующиеся в сложных системах с использованием мультидисциплинарности [5]. Однако вопрос о формировании сложностей является одним из ключевых в науке [6]. Поэтому создать обобщенную модель нельзя, необходимо для каждого конкретного случая искать свои подходы и решения [7].

Наиболее значимыми критериями эффективности агротехнических приемов служат экономически обоснованная величина урожая и его качество при допустимом уровне негативных последствий для окружающей среды [8]. В этой связи главная задача состоит в том, чтобы определить оптимальные сочетания достижений технического прогресса с сохранением естественного базиса производства. Для этого нужны систематизированные теоретические знания и повышение инновационности различных технологий. Техническая проблема обусловлена недостаточным развитием применяемых технических средств, а отсутствие теории управления не дает желаемых результатов при применении существующего технического обеспечения в рамках ТТЗ.

Цель исследования – установление параметров технологических процессов, обусловленных взаимосвязями основных свойств и состояний почвы с рабочими органами ма-

шинно-технологического оснащения, обеспечивающими реализацию ресурсосберегающих технологий, применение которых в адаптивно-ландшафтном земледелии позволяет повысить эффективность возделывания зерновых культур.

Задачи исследования:

1. В результате анализа эффективности механико-технологических процессов выявить основные факторы и показатели, влияющие на эффективность возделывания зерновых культур.

2. Предложить основные пути и способы управления эффективностью возделывания зерновых культур в Сибири.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Методология формирования агротехнологий заключается в последовательном преодолении факторов, лимитирующих урожайность культуры и качество продукции. Для сложных систем, к которым относятся технологии и машинно-тракторные агрегаты, применен метод анализа иерархии. Основой методологии проводимого исследования являются следующие принципы: суперпозиций; необходимого разнообразия (принцип Эшби); блочно-модульности; оптимальности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Урожайность как интегральный показатель земледелия регулируется технологиями, а агротехнологии разрабатываются в соответствии с агроэкологическими типами земель в рамках агроэкологических групп. Типы земель складываются из элементарных ареалов агроландшафта, близких по условиям возделывания сельскохозяйственных культур.

Характеристика пахотных земель на территории Сибири представлена в табл. 1.

В табл. 2 приведены данные, отражающие уровень производства зерновых и зернобобовых культур в хозяйствах всех категорий на территории Сибирского федерального округа.

Структура агротехнологий, элементами которой являются определенные технологические операции, их последовательность, количество, размер и время применения, на

Табл. 1. Доля почв различного типа в составе пахотных земель по регионам Сибири, %
Table 1. Proportion of different soil types in arable land composition by region in Siberia, %

Регион	Дерново-подзолистые, дерновые, серые лесные, светло-серые	Темно-серые, черноземные лесостепные	Черноземы южные, каштановые	Засоленные
Республика Алтай	20	65	15	–
Республика Тыва	–	10	87	–
Республика Хакасия	6	25	69	–
Алтайский край	2	64	32	2
Красноярский край	15	76	7	–
Иркутская область	64	31	–	–
Кемеровская область	16	84	–	–
Новосибирская область	5	74	7	14
Омская область	11	64	2	21
Томская область	77	21	–	–

Табл. 2. Производство зерновых и зернобобовых культур в хозяйствах всех категорий по регионам Сибири

Table 2. Production of cereals and legumes in the farms of all categories by regions of Siberia

Регион	Посевная площадь, тыс. га			Урожайность, ц/га			Валовой сбор, тыс. т		
	2015– 2019 гг.	2020– 2024 гг.	2020– 2024 гг. в % к 2015– 2019 гг.	2015– 2019 гг.	2020– 2024 гг.	2020– 2024 гг. в % к 2015– 2019 гг.	2015– 2019 гг.	2020– 2024 гг.	2020– 2024 гг. в % к 2015– 2019 гг.
Республика Алтай	6,5	6,8	106,0	11,4	14,6	127,9	7,4	10,0	135,0
Республика Тыва	10,5	14,8	141,0	10,6	10,1	95,4	11,1	14,9	134,4
Республика Хакасия	87,5	87,5	100,0	13,4	17,5	130,0	117,5	152,7	130,0
Алтайский край	3486,8	3269,0	94,0	13,4	15,4	115,3	4669,5	5046,0	108,1
Красноярский край	1003,2	922,8	92,0	21,2	27,2	128,7	2122,2	2511,7	118,4
Иркутская область	422,3	395,0	94,0	18,2	21,0	115,7	767,5	830,8	108,2
Кемеровская область	576,8	604,5	104,0	17,8	23,0	129,3	1025,7	1390,1	135,5
Новосибирская область	1499,8	1502,4	100,0	16,4	18,6	113,3	2458,5	2789,7	113,5
Омская область	2070,8	2040,2	98,5	15,7	14,9	94,7	3259,9	3042,1	93,3
Томская область	179,8	166,9	92,8	18,3	22,6	123,7	328,6	377,5	114,9
Сибирский федеральный округ	9343,9	9009,9	96,4	15,8	17,9	113,5	14768,	16165,4	109,5

данном этапе не обоснована до конца и представляет собой проблему управления даже в технологиях точного земледелия [9]. К тому же отсутствие теории управления в ТТЗ не позволяет получить желаемые результаты для применяемой техники [10]. Достижение желаемых темпов роста показателей эффективности на конкретном предприятии не всегда возможно, что обусловлено отсутствием учета важности и значимости решаемых проблем на всех иерархических уровнях, а также неумением управлять этими процессами [11].

Сравнительную экономическую оценку эффективности инновационных вариантов технических и технологических решений осуществляют по динамике изменения постоянных и переменных затрат. Для оптимальной системы функционирования применяются три главных постулата: 1) функциональное единство, т.е. согласованность функционирования элементов системы; 2) универсальный функционализм, связанный с гипотезой предельной полезности всех факторов роста; 3) функциональная необходимость. Поэтому согласование между продуктивностью посевов и устойчивостью агроэкосистемы осуществляется наиболее эффективными технологиями, способными управлять режимами агроландшафтов [9].

Причем управление производственными процессами (как на уровне предприятий, так и на уровне микрохозяйственных единиц) начинается с управления технологической структурой производства. Без должного внимания к технологическим проблемам управление не может быть эффективным. В настоящее время нет единого мнения, какие вопросы следует считать приоритетными [12]. Каждый из субъектов управления аграрным производством в процессе принятия решений связан с многофункциональным характером взаимосвязей объектов управления. Ученые считают, что рациональное землепользование представляет собой всестороннюю деятельность, посредством которой организуется использование земельных ресурсов, приносящих наибольшую пользу и экономи-

ческую выгоду [13]. В связи с этим важнейшим условием обеспечения продовольственной безопасности, внутренней и внешней устойчивости экономики России является сохранение земельно-ресурсного потенциала и эффективности его использования. Для эффективного возделывания зерновых культур необходимо создавать цепочку добавленной стоимости: свойства почвы – процессы – урожайность – рентабельность. Именно характер использования почв определяется заданным уровнем рентабельности выращивания зерновых культур [14].

Оптимальные свойства почв являются функцией ряда независимых переменных и сочетанием свойств почв. Причем каждому сочетанию физико-механических и технологических свойств почвы соответствуют свои оптимальные способы технологических воздействий, обеспечивающие наибольшую эффективность по качеству, энергозатратам, экономическим показателям. Изменение физико-механических и технологических свойств обрабатываемых материалов оказывает влияние на характер технологии обработки. Но даже на физиологическом уровне пока еще нет обоснованных нормативов по воздействию многообразного сочетания факторов жизни растений на урожай, его качество и себестоимость. Зерновое производство по-прежнему остается не только экстенсивным и энергоемким, но и экологически несбалансированным [15]. Поэтому зональные факторы являются большим резервом роста эффективности производства сельхозпродукции. Однако черноземы Сибири, на которых производится основной объем зерновой продукции, потеряли способность к саморегулированию. Их функциональная неоднородность воспринимается как естественная закономерность. К тому же насыщение черноземов кальцием обеспечивает их агрегатом форму, близкую к сферической, что в 10–15 раз уменьшает их твердость и прочность, делая их менее энергоемкими. Эти физические свойства черноземов являются основной для формирования ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур в адаптивно-ландшафтном земледелии Сибири.

Установлено, что в природе повсеместно распространены почвенные комбинации [16]. Причем основное свойство почвы – это изменчивость на всех уровнях ее организации. Наличие в Западной Сибири почв с физико-химическими свойствами, повышающими или понижающими подвижность элементов, является причиной формирования биохимических провинций с избыточным или недостаточным поступлением химических элементов в пищевую цепь. Возникшие экологические проблемы сделали актуальными фундаментальные исследования природных и антропогенных факторов, определяющих содержание и распределение широкого перечня химических элементов в почвах, их доступность для растений, способность переходить в гидро- и атмосферу. Теоретической и практической основой разработки и освоения научно обоснованных систем земледелия является наличие моделей продуктивности агроэкосистемы. По этой причине современные исследования требуют более точных аналитических методов определения химических элементов и формы их нахождения в почвах, а глубокое понимание диалектической сущности продукционного процесса в земледелии и сопряженных с ним особенностей использования и воспроизводства ресурсов должно являться основой для разработки высокоэффективных устойчивых интегрированных систем земледелия [5].

Современное плодородие почв оценивается по четырем типам показателей: агрофизическим, агрохимическим, биологическим и экологическим. Севооборот и обработка почвы напрямую влияют на все факторы продуктивности и несут ряд общих функций. Удобрения и защита растений непосредственно влияют лишь на отдельные факторы. Но косвенно их влияние проявляется через выбор севооборота и системы обработки почвы [8]. Применение системы обработки почвы обусловлено различными почвенно-климатическими, организационно-хозяйственными, социально-экономическими, экологическими условиями. Суть обработки почвы состоит в изменении исходного состояния почвенной среды и получении определенных показате-

лей состояния почвы, необходимых для возделывания различных культур.

Основными методологическими принципами теоретического обоснования обработки почвы являются:

1) минимализация, вплоть до отказа от обработки и перехода на вещественное воздействие на почву;

2) системный подход к оценке возможностей количественной дозировки механических обработок почвы с учетом в каждом конкретном случае уровня плодородия, интенсификации и культуры земледелия;

3) зональность и учет почвенно-климатических условий согласно законам земледелия;

4) дифференциация обработки почвы в зависимости от ее конкретных свойств и особенностей (мощности пахотного слоя, строения генетического профиля, агрохимической характеристики, биологических процессов);

5) дискретность, чередование во времени разных способов механического воздействия на почву, сочетание глубоких и интенсивных обработок с щадящими.

Специалисты полагают, что с помощью новых технических и технологических средств можно повысить доступность ранее не используемых природных ресурсов и вовлечь их в производство [17]. Однако инновационные решения, обеспечивающие повышение эффективности возделывания зерновых культур, формируются в сложных системах. Поэтому считается, что общая задача ресурсосбережения в агротехнологиях как сложных системах формируется как задача, в которой результаты предшествующего уровня являются исходными данными для последующих уровней [18]. В связи с этим технология производства представляется как совокупная последовательность управляющих действий биоценозов агроэкосистем в зональных севооборотах ландшафтного земледелия. Выбор оптимальной технологии подразумевает поиск наилучшего варианта, включающего весь набор операций. Результатом выбора технологий являются: системы обработки почвы по климатическим зонам и культурам; системы использования удобрений, борьбы с

сорняками, вредителями и болезнями; системы химической и лесомелиорации; системы гидротехнических и гидромелиоративных мероприятий; комплекс машин и механизмов [9]. Причем качество обработки почвы выступает важным элементом, так как следствием механической обработки является вспущенность почвы. Создание оптимального пахотного слоя с оптимальной структурой порового пространства обеспечивается обработкой почвы. Она способствует созданию агрегатов агрономически ценного размера.

Для нахождения оптимальных механико-технологических решений обычно рекомендуется определить целевую функцию как меру эффекта. Выделяют три группы параметров эффекта технологического объекта: 1) характеризующие масштабы технологического процесса (например, производительность); 2) характеризующие ресурсосберегающее ведение процесса; 3) обеспечивающие необходимое качество получаемого продукта. Однако ясности при выборе целевой функции нет, а потребности в продукции отрасли рассчитывают по статистической зависимости между уровнем потребности производства и показателями сельского хозяйства (валовая продукция или себестоимость) [19]. Некоторые авторы предлагают в рамках прогнозирования процессов развития механико-технологических решений для получения заданной продукции применять интегральные или логистические функции, относящиеся к S-образным кривым [20]. Более общий анализ технологического процесса основной обработки почвы изложен нами в [21].

Современное учение о сложности опирается на законы синергетики и представляет собой теорию возникновения у целого указанных свойств. Утверждается, что в биологии сложности являются следствием длительной самоорганизации физико-химических систем путем непрерывного усложнения и приобретения дополнительной информации. Однако остается много загадок, препятствующих построению теории, объясняющей ход эволюционных процессов на всех уровнях развития вещества [6]. Следовательно, будут возникать потери. Так, 1/3 деградации приходится на сельское хозяйство [22].

Проведенный анализ и исследования [23–26] позволили разработать основные пути управления эффективностью возделывания зерновых культур в условиях Сибири.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С точки зрения методологии, разработанные пути роста и управления эффективностью возделывания зерновых культур представляют собой целое, позволяющее вскрыть ранее неиспользуемые резервы ресурсов и предложить рациональную структуру инновационных механико-технологических решений для реализации ресурсосберегающих технологий в рамках адаптивно-ландшафтного земледелия.

В ходе проведенных исследований установлены следующие положения, создающие проблемную ситуацию:

- многообразие свойств и состояний почвы, обуславливающее неоднородность почвенного покрова Сибири, является его основной характеристикой, которую нужно учитывать при проектировании технологических процессов и их технического обеспечения;

- отечественная техника способна реализовать лишь традиционные и экстенсивные технологии, что делает зерновое производство энерго- и материалоемким, экологически несбалансированным. Отсутствие теории управления не позволяет даже при использовании технологий точного земледелия получить желаемые результаты;

- для обеспечения стабильности выходных показателей эффективности возделывания зерновых культур требуется создание сложных технологических и технических систем на основе мультидисциплинарности;

- для оценки эффективности применения технологий и их технического обеспечения необходима экономически обоснованная и экологически сбалансированная урожайность, критерием которой служит прибыль;

- исследование функционала прибыли на экстремум позволит получить функцию урожайности, соответствующую оптимальным затратам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтухов А.И. Пространственное развитие зернового хозяйства России: монография. М., 2022. 880 с.
2. Гостев А.В., Пыхтин И.Г., Нитченко Л.Б., Плотников В.А., Гапонова Н.П. Теоретические основы эффективного применения современных ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур. Курск, 2016. 88 с.
3. Самсонова В.П., Мешалкина Ю.Л., Кондрашкина М.И., Дядькина С.Е., Зоткина А.В. Пространственная вариабельность содержания крупных фракций гранулометрического состава в пределах сельскохозяйственного угодья на дерново-подзолистой почве // Вестник Московского университета. Серия: Почвоведение. 2023. № 1. С. 61–67.
4. Черноиванов В.И., Ежевский А.А., Фелоренко В.Ф. Интеллектуальная сельскохозяйственная техника. М., 2014. 124 с.
5. Панфилов В.А. Парадигма формирования облика технологий будущего АПК // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2022. № 1. С. 5–7.
6. Шварцев С.Л. Как образуются сложности? // Вестник Российской академии наук. 2024. Т. 84. № 7. С. 618–628.
7. Баденко В.Л., Топаж А.Г., Якушев В.В., Миршель В., Нендель Д. Имитационная модель агроэкосистемы как инструмент теоретических исследований // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 3. С. 437–445.
8. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия // Почвоведение. 2019. № 9. С. 1130–1139.
9. Михайленко И.М. Теоретические основы и техническая реализация управления агротехнологиями: монография. СПб., 2017. 252 с.
10. Михайленко И.М., Тимошин В.Н. Стратегический уровень управления состоянием агроценозов // Агрохимия. 2022. № 4. С. 80–87.
11. Дасковский В., Киселев В. Оценка эффективности производственно-хозяйственной деятельности // Экономист. 2017. № 6. С. 64–82.
12. Альт В.В. Гносеологические основы использования цифровых технологий в сельском хозяйстве Сибири // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2021. Т. 15. № 1. С. 16–23.
13. Рахаева В.В. Институциональные факторы рационального землепользования // Доклады ТСХА: сб. трудов конф. Вып. 287. Т. 2. Ч. 2. М., 2015. С. 57–61.
14. Савич В.И., Седых В.А., Балабин П.Н., Замана С.П., Гукалов В.В. Инновационные технологии в агропромышленном комплексе: монография. М., 2020. 352 с.
15. Научные основы производства высококачественного зерна пшеницы / под общ. науч. ред. В.Ф. Федоренко, А.А. Завалина, Н.З. Милащенко. М., 2018. 396 с.
16. Корчагин А.А., Шеин В.Е., Ильин Л.И., Мазиров М.А. Научные и методические основы разработки агротехнологий для адаптивно-ландшафтных систем земледелия на комплексе серых лесных почв Владимирского Ополья: монография. Иваново, 2018. 216 с.
17. Перспективная сельскохозяйственная специализация макрорегионов Сибири / под ред. П.М. Першукевича, В.В. Алещенко. Омск, 2020. 240 с.
18. Семкин А.Г. Механизм целеполагания в системе управления АПК // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 2. С. 16–17.
19. Хашир А.А. Методические подходы к прогнозированию развития материально-технической базы АПК // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2024. № 2 (108). С. 37–44.
20. Кутьков Г.М. Развитие технической концепции трактора // Тракторы и сельхозмашины. 2019. № 1. С. 27–35.
21. Полушкина Т.М. Органическое сельское хозяйство в мире // АПК: экономика, управление. 2017. № 3. С. 81–88.
22. Утенков Г.Л., Котеев С.В., Власенко А.Н. Управление затратным механизмом инновационных процессов обработки почвы для адаптивно-ландшафтного земледелия Сибири // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. Т. 3. № 6. С. 145–163. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2023.06.03.017.
23. Гамзиков Г.П. Точное земледелие в Сибири: реальности, проблемы и перспективы // Земледелие. 2022. № 1. С. 3–9. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-1-3-9.
24. Утенков Г.Л., Утенкова Т.И., Рапопорт Э.О., Котеев С.В., Власенко А.Н. Адаптивный метод группового управления эффективностью продуктовых подкомплексов // Экономика сельского хозяйства России. 2023. № 1. С. 99–110.

25. Утенков Г.Л. К оценке эффективности машинных технологий возделывания зерновых культур // *Фундаментальные исследования*. 2017. № 12-1. С. 229–233.
 26. Утенков Г.Л., Рапопорт Э.О., Власенко А.Н. Синтез агротехнологий для управления продуктивностью агроценозов в Сибири // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2021. № 1. С. 21–25. DOI: 10.31857/S2500262721010051.
- ## REFERENCES
1. Altukhov A.I. *Spatial development of the grain industry in Russia*. Moscow, 2022, 880 p. (In Russian).
 2. Gostev A.V., Pykhtin I.G., Nitchenko L.B., Plotnikov V.A., Gaponova N.P. *Theoretical foundations of effective application of modern resource-saving technologies for cultivating grain crops*. Kursk, 2016, 88 p. (In Russian).
 3. Samsonova V.P., Meshalkina Yu.L., Kondrashkina M.I., Dyadkina S.E., Zotkina A.V. Spatial variability of the content of large fractions of granulometric composition within agricultural land on sod-podzolic soil. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya: Pochvovedenie = Lomonosov Soil Science Journal*, 2023, no. 1, pp. 61–67. (In Russian).
 4. Chernoiivanov V.I., Yezhevsky A.A., Fedorenko V.F. *Intellectual agricultural machinery*. Moscow, 2014, 124 p. (In Russian).
 5. Panfilov V.A. Paradigm of shaping the face of future technologies of agro-industrial complex. *Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaistvennoy nauki = Vestnik of the Russian agricultural science*, 2022, no. 1, pp. 5–7. (In Russian).
 6. Shvartsev S.L. How are difficulties formed. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk = Herald of the Russian Academy of Science*, 2024, vol. 84, no. 7, pp. 618–628. (In Russian).
 7. Badenko V.L., Topazh A.G., Yakushev V.V., Mirchel V., Nendel' D. Crop models as research and interpretative tools. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2017, vol. 52, no. 3, pp. 437–445. (In Russian).
 8. Kiryushin V.I. The management of soil fertility and agrocenosis productivity in landscape adaptive agricultural systems. *Pochvovedenie = Eurasian Soil Science*, 2019, no. 9, pp. 1130–1139. (In Russian).
 9. Mikhailenko I.M. *Theoretical foundations and technical implementation of agrotechnology management*. St. Petersburg, 2017, 252 p. (In Russian).
 10. Mikhaylenko I.M., Timoshin V.N. Strategic level of agrocenosis state management. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*, 2022, no. 4, pp. 80–87. (In Russian).
 11. Daskovsky V., Kiselev V. Assessment of efficiency of production and business operations. *Ekonomist = The Economist*, 2017, no. 6, pp. 64–82. (In Russian).
 12. Alt V.V. Epistemological foundations of the digital technologies used in agriculture in Siberia. *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii = Agricultural Machinery and Technologies*, 2021, vol. 15, no. 1, pp. 16–23. (In Russian).
 13. Rakhaeva V.V. Institutional factors of rational land use. *TLC reports: Proceedings of the Conference*. Moscow, 2015, iss. 287, vol. 2, part 2, pp. 57–61. (In Russian).
 14. Savich V.I., Sedykh V.A., Balabin P.N., Zama-na S.P., Gukalov V.V. *Innovative technologies in the agro-industrial complex*. Moscow, 2020, 352 p. (In Russian).
 15. *Scientific foundations of the production of high-quality wheat grain / under total. scientific ed. by V.F. Fedorenko, A.A. Zavalina, N.Z. Milashchenko*. Moscow, 2018, 396 p. (In Russian).
 16. Korchagin A.A., Shein V.E., Ilyin L.I., Mazirov M.A. *Scientific and methodological foundations of the development of agrotechnologies for adaptive landscape farming systems on a complex of gray forest soils of the Vladimir Opolje*. Ivanovo, 2018, 216 p. (In Russian).
 17. *Promising agricultural specialization of Siberian macroregions / ed. by P.M. Pershukovich, V.V. Aleshchenko*. Omsk, 2020, 240 p. (In Russian).
 18. Semkin A.G. The target-setting mechanism in agro-industrial management system. *Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaistvennoy nauki = Vestnik of the Russian agricultural science*, 2017, no. 2, pp. 16–17. (In Russian).
 19. Hashir A.A. Methodological approaches to forecasting the development of the material and technical base of the agro-industrial complex. *Ekonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaistve = Economy, labor, management in agriculture*, 2024, no. 2 (108), pp. 37–44. (In Russian).
 20. Kutkov G.M. Development of the technical concept of the tractor. *Traktory i = Tractors and Agricultural Machinery*, 2019, no. 1, pp. 27–35. (In Russian).

21. Polushkina T.M. Organic agriculture in the world. *APK: ekonomika, upravlenie = AIC: economics, management*, 2017, no. 3, pp. 81–88. (In Russian).
22. Utenkov G.L., Koteev S.V., Vlasenko A.N. Management of the cost mechanism of innovative tillage processes for adaptive landscape agriculture in Siberia. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya = Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*, 2023, vol. 3, no. 6, pp. 145–163. (In Russian). DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2023.06.03.017.
23. Gamzikov G.P. Precision farming in Siberia: realities, challenges and prospects. *Zemledelie = Zemledelie*, 2022, no. 1, pp. 3–9. (In Russian). DOI: 10.24412/0044-3913-2022-1-3-9.
24. Utenkov G.L., Utenkova T.I., Rapoport E.O., Koteev S.V., Vlasenko A.N. Adaptive method of group performance management of food sub-complexes. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii = Economics of Agriculture of Russia*, 2023, no. 1, pp. 99–110. (In Russian).
25. Utenkov G.L. To estimate the efficiency of machine technologies of cultivation of grain crops. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental research*, 2017, no. 12-1, pp. 229–233. (In Russian).
26. Utenkov G.L., Rapoport E.O., Vlasenko A.N. Synthesis of agrotechnologies for managing the productivity of agrocenoses in Siberia. *Rossiyskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka = Russian Agricultural Science*, 2021, no. 1, pp. 21–25. (In Russian). DOI: 10.31857/S2500262721010051.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Утенков Г.Л.**, ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463; e-mail: utenkov1951@mail.ru

Голохваст К.С., директор СФНЦА РАН, доктор биологических наук, профессор РАН; SPIN-код 7598-2190

Утенкова Т.И., ведущий научный сотрудник, кандидат экономических наук, доцент; SPIN-код 7483-6870

Бердникова Т.В., младший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Gennady L. Utenkov**, Lead Researcher, Candidate of Science in Engineering, Senior Researcher; **address:** PO Box 463, Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia; e-mail: utenkov1951@mail.ru

Kirill S. Golokhvast, Director SFSCA RAS, Doctor of Science in Biology, Professor RAS; SPIN-code 7598-2190

Tatyana I. Utenkova, Lead Researcher, Candidate of Science in Economics, Associate Professor; SPIN-code 7483-6870

Tatyana V. Berdnikova, Junior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 30.01.2025
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 04.03.2025
Дата публикации / Published 15.07.2025