

Обоснование типовых сельскохозяйственных территорий для разработки региональных систем машин

Эдуард Викторович Жалнин,
доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник;

Валерия Александровна Зубина,
кандидат технических наук, старший научный
сотрудник, e-mail: lera_zubina@mail.ru

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Показали, что при разработке региональных систем технологий и машин важно учесть все природные агро-климатические условия и производственные возможности в аграрном секторе каждого региона. (*Цель исследования*) Разработать методику обоснования типовых сельскохозяйственных территорий в каждом регионе аграрного производства с тем, чтобы потом полученные для этой территории расчетные результаты обобщить на весь регион. (*Материалы и методы*) Провели мониторинг производственного потенциала региона, статистическую обработку базовых критериев и выбор типовых сельскохозяйственных территорий по минимуму отклонения частных значений показателей для областей от средневзвешенных значений по региону. Все области региона группировали в однородные выборки по минимуму дисперсии показателей. Предложили алгоритм последовательности расчетных и логических операций. Оценили территории по трем критериям типичности: минимуму суммы рангов за приоритетность каждого базового критерия, количеству приоритетных базовых критериев, сравнительной значимости производственного потенциала каждой области. Для типичных объектов предложили выполнять компьютерные расчеты различных вариантов технического обеспечения. (*Результаты и обсуждение*) Выполнили расчеты для Центрального региона Нечерноземной зоны России. Установили базовые критерии производственных ресурсов областей: общая площадь пашни, количество тракторов, тракторооснащенность, количество сельхозорганизаций, площади под посев зерновых культур, овощей, посадку картофеля. При мониторинге показателей производственных ресурсов выявили неравномерность их распределения по региону и связанную с ней необходимость определить две-три сельскохозяйственные территории, претендующие на типовые. (*Выводы*) Предложили алгоритм выбора типовых территорий и сельхозорганизаций в регионе на примере Центральной Нечерноземной зоны России. В пределах этой зоны идентифицировали как типовые Костромскую, Ивановскую, Брянскую и Ярославскую области. **Ключевые слова:** мониторинг производственного потенциала региона, сельскохозяйственная территория, ранжирование областей, базовые критерии производственных ресурсов, выбор типовых территорий и сельхозорганизаций.

■ **Для цитирования:** Жалнин Э.В., Зубина В.А. Обоснование типовых сельскохозяйственных территорий для разработки региональных систем машин // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2022. Т. 16. №2. С. 82-89. DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-2-82-89. EDN DNGOWE.

Substantiation of Typical Agricultural Areas As a Methodological Basis for the Development of Regional Machine Systems

Eduard V. Zhalnin,
Dr.Sc.(Eng.), chief researcher;

Valeria A. Zubina,
Ph.D.(Eng.), senior researcher,
e-mail: lera_zubina@mail.ru

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. It was shown that when developing regional systems of technologies and machines, it is important to take into account all natural agro-climatic conditions and production capabilities in each region's agricultural sector. (*Research purpose*) To develop a methodology for substantiating typical agricultural territories in each agricultural region so that the calculation results obtained for this territory are then generalized for the entire region. (*Materials and methods*) The production potential of the region was monitored, the basic assessment criteria were statistically processed and typical agricultural territories were selected according to the minimum deviation of the criteria particular values for the individual regions from the average weighted values for the whole region. All target territories within the region were grouped into homogeneous samples according to the minimum criteria variance. An algorithm for the sequence of computational and logical operations was proposed. The territories were assessed

according to three uniformity criteria: the minimum sum of ranks for the priority of each basic criterion, the number of priority basic criteria, and the comparative significance of each region production potential. For typical areas, it was proposed to perform computer calculations of technical support options. (*Results and discussion*) The calculations were performed for the Central Non-Black Earth Zone of the Russian Federation. The following basic criteria for the production resources of the regions were adopted: the total arable land, the number of tractors, tractor availability and capability, the number of agricultural organizations in the region, the area for sowing grain crops, vegetables, and planting potatoes. The monitoring of the production resources criteria revealed their uneven distribution across the region and the subsequent necessity to identify two or three typical agricultural territories. (*Conclusions*) An algorithm was proposed for selecting typical territories and agricultural organizations in the region based on the case of the Central Non-Black Earth Zone of the Russian Federation. Within this zone, Kostroma, Ivanovo, Bryansk, and Yaroslavl regions were identified as typical ones.

Keywords: monitoring of the region production potential, agricultural territory, ranking of regions, basic criteria for production resources, selection of typical territories and agricultural organizations.

For citation: Zhalnin E.V., Zubina V.A. Obosnovanie tipovykh sel'skokhozyaystvennykh territoriy dlya razrabotki regional'nykh sistem mashin [Substantiation of typical agricultural areas as a methodological basis for the development of regional machine systems]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2022. Vol. 16. N2. 82-89 (In Russian) DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-2-82-89. EDN DNGOWE.

Цифровизация сельскохозяйственного производства усиливает значение общефедеральной системы технологий и машин, потребность в оперативной стратегии развития технического обеспечения с формированием региональных систем технологий. В связи с этим необходимо обосновать типовые сельскохозяйственные территории в каждом регионе РФ и расположенные на них типовые сельскохозяйственные организации (СХО). Не вдаваясь в полемику по проблеме разработки и реализации общефедеральной «Системы технологий и машин», надо признать, что в этом документе представлена обобщенная общественно-производственная система взглядов на динамику технического обеспечения аграрного производства, объединяющая интересы агропромышленных организаций, сельхозтоваропроизводителей, руководящих органов власти, а также образовательных и научных организаций [1-3].

Создатели техники видят в ней социальный заказ общества на технику:

- для сельхозтоваропроизводителей – это справочное пособие для выбора нужной техники;
- для руководящих лиц – это база для формирования и реализации технической политики в своем агросекторе;
- вузы применяют ее для обучения и познания состояния развития АПК;
- НИИ используют для контроля ее эффективности и определения новых научно-исследовательских задач по механизации сельского хозяйства.

Современный рынок сельхозтехники настолько насыщен разнообразными машинами, что из этого изобилия невозможно выбрать их оптимальное сочетание для конкретной территории сельскохозяйственной организации. Специалисты и эксперты предлагают несколько альтернативных решений, эффективность которых можно проверить только экспери-

ментально, что влечет за собой большие финансовые затраты [4].

Выявляется необходимость в системном анализе многовариантных решений по техническому обеспечению производства сельскохозяйственной продукции. Решение этой проблемы возможно с помощью многоуровневых компьютерных программно-вычислительных комплексов, например программ ЭВМ, разработанных в ФНАЦ ВИМ [5-7].

Однако современное аграрное производство представлено сотнями крупных агрохолдингов и тысячами СХО, включая фермерские, расположенными в 85 регионах страны, отличающимися между собой по многим природным и производственным ресурсам. Для каждого из них целесообразно выполнить индивидуальные расчеты по наиболее эффективному техническому обеспечению, но по временным, кадровым, организационным и финансовым причинам это мало осуществимо. Только по обоснованию оптимального машинно-тракторного парка исходная (базовая) статистическая информация содержит около 1500 показателей. Тем не менее такая возможность есть, если принять за основу концепцию типовых решений для типовых территорий и СХО.

Цель исследования – разработать методику выбора типовых областей в регионах на основе анализа имеющихся у них производственных ресурсов.

Материалы и методы. Проведены мониторинг производственного потенциала региона, статистическая обработка базовых показателей ресурсного обеспечения и выбор типовых сельскохозяйственных территорий по минимуму отклонения частных значений показателей для областей от средневзвешенных значений по региону и конечный выбор по трем критериям типичности.

В качестве базовых методических предпосылок приняты следующие:

1. Реализуемое направление производственной деятельности любых регионов и расположенных в них СХО, структура посевных площадей и технологии производства определены исторически, в основном под влиянием четырех факторов: агроклиматических особенностей региона, традиционной направленности сельскохозяйственного труда, финансовых и кадровых ресурсов производственных сельскохозяйственных организаций.

2. Базовые критерии производственного потенциала региона – размеры площадей (в этом числе пашни), объемы сельхозпродукции, типы севооборотов и наборы культур, логистика продукции, а также степень технической оснащенности.

3. Типичность территорий и СХО – это статистическая категория, определяется степенью близости частных базовых производственных критериев к среднестатистическим по региону: чем ближе к средней величине показателей, тем типичнее территория и СХО.

В соответствии с принятыми предпосылками предложен алгоритм обоснования типовой территории как последовательность расчетных и логических операций.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Любой конкретный регион имеет свои специфические отличия от других, но внутри него можно выделить ряд территорий и СХО, которые по своему производственному потенциалу имеют много общего. Их можно объединить в группу потенциально типовых для региона. Для этой типовой группы территорий и СХО вполне реально выполнить индивидуальные расчеты, к примеру машинно-тракторного парка (МТП), и выдать наилучшее решение. Однако в этом случае назвать решения оптимальными в строго математическом смысле уже нельзя, так как классический оптимум предполагает максимум или минимум какого-то одного критерия, что для МТП не приемлемо. Так, оптимальный МТП по критерию «минимум расхода топлива» будет отличаться от оптимального парка по минимуму трудозатрат и тем более по максимуму получаемой продукции и т.п. Поэтому в данном случае рекомендуем применить другую концепцию, введя новое понятие – гармоничный МТП, который более гибко соответствует имеющимся и потенциально возможным ресурсам всех видов в конкретных агроклиматических условиях. Из базовых показателей выделяем приоритетные для конкретного региона и, применив метод приемлемых уступок по другим критериям, формируем гармоничный МТП [8].

Самое главное требование при этом – эффективно использовать имеющиеся агроклиматические и производственные ресурсы для стабильного увеличения производства сельскохозяйственной продукции [9].

В литературе мы не нашли методик или хотя бы рекомендаций по формированию типовых террито-

рий в регионе и, соответственно, типовых СХО. Ранее это делалось из общих соображений или по рекомендации машиноиспытательных станций. Поэтому можно считать, что математическая формализация выбора методики типичной территории выполнена впервые [10-12].

Для сельскохозяйственных территорий предложены следующие базовые производственные показатели:

- общая площадь пашни;
- посевные площади под каждую профилирующую в регионе сельскохозяйственную культуру;
- количество СХО на территории, производящих сельхозпродукцию;
- количество тракторов;
- тракторооснащенность на 1000 га пашни.

Для определения типовых СХО приняты эти же показатели за исключением количества СХО.

Мониторинг базовых показателей за последние 3-5 лет по всем областям Центральной Нечерноземной зоны (ЦНЗ) проведен на основе общедокументальных и региональных статистических справочников, сборников и других информационных источников.

Статистическая обработка полученных данных проведена по каждому показателю отдельно с определением средневзвешенного значения, то есть с учетом долевого участия каждого критерия $\bar{x}_i$, среднеквадратического отклонения σ и коэффициента вариации V_x .

Для каждого базового показателя установлен доверительный интервал и сформирована статистическая однородная выборка. Гипотеза об однородности выборки принята при коэффициенте вариации не более 20%.

По каждому базовому показателю определена разница между средневзвешенным значением базового критерия и частным его значением для каждой области: $\Delta = \bar{x}_i - x_i$. При этом делаем допущение, что все значения критериев являются нормально-распределенными по всей выборке.

Из всей выборки выделены те показатели, для которых разница Δ не превышает 20%. Если для всех производственных показателей в выборке $\Delta \leq 20\%$, то все области региона включаются в определение типовой сельскохозяйственной территории. Если ряд областей не укладывается в эту норму, то они образуют другую группу, для которой по той же методике определены новые статистические характеристики.

По каждому базовому показателю в каждой области региона выявляется ряд значений Δ : от минимального до максимального. Каждому значению Δ присваивается определенный ранг. Под номером 1 обозначен базовый показатель, для которого значение Δ минимально, номер 2 больше минимального, 3 больше предыдущего значения Δ и т.д.

Оценка типичности территорий проведена по

трехкритериальной системе. Это повышает достоверность выбора типовой территории.

Первый критерий типичности k_1 – критерий-распределитель, формирующий все области на группы как статистически однородные выборки с общим числом рангов в каждой группе. Все ранги базовых показателей P_i складываются, и критерий определяется по минимальной сумме рангов. Таким образом, всю генеральную совокупность из областей регионов он распределяет на статистически однородные выборки группы областей:

$$k_1 = \sum P_i. \quad (1)$$

Распределение областей по группам как однородным статистическим выборкам выявило необходимость формирования типовых территорий (областей) по каждой группе в соответствии с их производственным потенциалом по каждому базовому показателю. Тогда минимальная сумма рангов выявляет типовую территорию в группе однородных выборок. Это будет первый этап выбора типовой территории. Первая группа областей имеет самый меньший производственный ресурс, вторая группа – средний, а третья – больше второго и т.д.

Второй критерий типичности k_2 – критерий представительства области по группам. Он показывает, насколько масштабно представлена та или иная территория в своей группе по имеющимся у нее производственным ресурсам. К примеру, какая-то область может получить минимальный ранг (первый критерий) по какому-либо одному базовому производственному показателю. Но вряд ли она будет типичной для всего региона. Мы выбрали 7 базовых показателей, значит максимальное количество рангов тоже 7. И только та область может претендовать на типичность, у которой этот ранг максимален, то есть она имеет представительство по многим видам производственных ресурсов. Данный критерий типичности определяет степень представительства области по дифференцированному количеству базовых показателей:

$$k_2 = \sum D_{\text{пр}} \rightarrow \min. \quad (2)$$

Предельное значение $k_2=7$. Но вряд ли возможно, чтобы по всем производственным показателям ресурсов какая-либо из областей имела минимальный ранг, то есть ее среднее значение приближалось к средневзвешенному по всему региону. Поэтому k_2 не выделяет области, которые имеют максимальное представительство в выборе производственных показателей, а устанавливает количество базовых производственных показателей, по которым каждая область участвует в выборе типовой. Но само значение базовых показателей он не учитывает. Поэтому какая-либо область может набрать высокий рейтинг по важным, но сопутствующим показателям. Например,

она не может быть типовой для региона только по размерам площадей под посадку картофеля или овощей. Для исключения такого случая вводится третий критерий.

Третий критерий оценки типичности k_3 – это коэффициент значимости производственного ресурса области в общем ресурсе региона, который можно выразить формулой:

$$k_3 = \sum PX_i / \sum PX_{(i-N)}, \quad (3)$$

где $\sum PX_i$ – количество базовых показателей с минимальным рангом, по которым оценивается область (от 1 до N);

$\sum PX_{(i-N)}$ – общее количество рангов, которые имеет та или иная область в своей однородной группе и по всем базовым показателям. Область, которая имеет максимальный коэффициент, может претендовать на типовую. Но при этом важно учитывать количество базовых показателей, в которых должны участвовать те или иные территории со своим производственным потенциалом. К примеру, предлагается не менее половины от общего числа выбранных базовых критериев. В рассматриваемом случае PX_i должно быть не менее 4. На этом основании выполнены расчеты коэффициента k_3 ;

N – количество базовых показателей.

По предложенной методике проведены расчеты для Центрального федерального округа агрозоны 1.1, которая включает в себя 12 областей и Москву.

Анализ фактической выборки по областям ЦНЗ показывает, что ни по одному базовому критерию все 13 территорий не могут представлять собой однородную выборку из-за большой разницы значений базовых критериев, что отразилось в больших значениях их коэффициентов вариации – от 37,4 до 86,8%. Это послужило методическим основанием для распределения всех областей на группы с близким значением базовых критериев в соответствии с принятыми критериями. Соответственно, по каждому базовому критерию определилось разное количество групп. Приведены коэффициенты типичности областей для каждой группы областей. Оказывается, что в первой группе типовой территорией могут считаться Костромская и Ивановская области ($k_3=0,8$), во второй группе – Костромская ($k_3=0,67$), в третьей – Тульская области ($k_3=0,67$) (таблица).

После выбора типовой сельскохозяйственной территории в регионе необходимо выявить расположенную на ней типовую СХО. Критериев выбора также должно быть несколько, в основном отражающих производственные ресурсы.

Методика расчетов каждого базового критерия по СХО применена та же, что и при выборе типовой сельскохозяйственной территории. В результате расчетов выявилось, что типовыми СХО по всем 7 базовым показателям ресурсов могут быть следующие:

Таблица		Table			
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТЕЙ ЦНЗ ПО КОЛИЧЕСТВУ РАНГОВ И КОЭФФИЦИЕНТУ ДО УЧАСТИЯ ПО СВОИМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ПОТЕНЦИАЛАМ DISTRIBUTION BY PRODUCTION POTENTIAL OF THE CENTRAL NON-BLACK EARTH ZONE REGIONS BY THE NUMBER OF RANKS AND THE COEFFICIENT BEFORE PARTICIPATION					
№ группы Group No.	Состав группы по областям Composition of the group by regions	Количество рангов по всем базовым показателям $\sum PX_{(i-7)}$ The number of ranks for all basic indicators	Количество базовых показате- лей, по которым оценивается область $\sum PX_i$ The number of basic indicators used for area assessment	Коэффициент долевого участия $k_3 = \frac{\sum PX_i}{\sum PX_{(1-7)}}$ Equity Ratio	Типовая территория (область) Typical territory (region)
I	Смоленская / Smolensk	5	3	0,60	Костромская Kostroma Ивановская Ivanovo
	Калужская / Kaluga	9	5	0,56	
	Костромская / Kostroma	5	4	0,80	
	Ивановская / Ivanovo	5	4	0,80	
	Ярославская / Yaroslavl	4	2	0,50	
	Орловская / Orel	4	2	0,50	
	Владимирская / Vladimir	4	2	0,50	
	Тверская / Tver	4	2	0,50	
II	Тверская / Tver	11	4	0,36	Костромская Kostroma
	Тульская / Tula	6	3	0,50	
	Ярославская / Yaroslavl	5	3	0,60	
	Владимирская / Vladimir	6	2	0,33	
	Костромская / Kostroma	3	2	0,67	
	Ивановская / Ivanovo	5	3	0,60	
	Смоленская / Smolensk	7	3	0,43	
	Брянская / Bryansk	1	1	—	
	Московская / Moscow	4	2	0,50	
	Калужская / Kaluga	2	1	0,50	
	Орловская / Orel	2	1	0,50	
	Рязанская / Ryazan	2	1	0,50	
III	Брянская / Bryansk	8	4	0,50	Тульская Tula
	Орловская / Orel	8	4	0,50	
	Московская / Moscow	10	3	0,30	
	Рязанская / Ryazan	9	4	0,44	
	Смоленская /Smolensk	2	1	0,50	
	Тульская / Tula	3	2	0,67	
	Тверская /Tver	2	1	0,50	
	Владимирская / Vladimir	5	3	0,60	
	Костромская / Kostroma	4	1	0,25	

- ООО «Монастырское подворье» – Калужская об-
ласть;

- ОАО «АгроВолга» – Ярославская область;

- ООО «Первомайский» – Костромская область.

Для расчета структуры МТП для этих типовых СХО их производственные ресурсы по базовым по-
казателям необходимо дополнить информацией по
применяемому севообороту, агросрокам выполнения
сельхозработ и операций, объемам работ, графиком
годового машиноиспользования, среднестатистиче-
ской производительности машин на разных видах

работ и другим зональным особенностям производ-
ства сельхозпродукции. Затем по специальным про-
граммно-вычислительным компьютерным комплек-
сам, основанным на экономико-математических мо-
делях, делаются многовариантные расчеты техноло-
гической потребности в технике с распределением на
классы по силе тяги, ширине захвата полевых агре-
гатов и т.п. Тем самым формируется гармоничный
МТП по минимуму эксплуатационных затрат с уче-
том потерь и качества продукции.

Программно-вычислительные комплексы позво-

ляют реализовать идею вычислительного эксперимента, выявить различные варианты комплектации МТП и выбрать наилучшее решение.

Полученный количественный и качественный состав МТП пропорционально распространяется на весь регион, что обеспечивает разработку региональной системы машин с учетом всех его агропромышленных и производственных особенностей, которые характерны для типовой сельскохозяйственной территории [13-15].

Подобный анализ по предложенной методике можно провести и для остальных регионов России.

При выборе типовой территории в регионе участвуют все три критерия типичности. Так, Тверская область имеет по первому критерию достаточно высокий ранг 11, но по второму критерию – низкий ранг 4. В совокупности третий критерий – критерий значимости потенциала низкий – 0,36, а у Смоленской области первый критерий – 7, второй – 3, общий – 0,43.

Для расчета структуры МТП для типовых СХО целесообразно использовать специальные программно-вычислительные компьютерные комплексы, основанные на адекватных экономико-математических моделях [16-18].

Подобный выбор типовых территорий и СХО по предложенной методике можно провести и для остальных регионов России [19-21].

Выводы

1. Ввиду невозможности рассчитать эффективную структуру машинно-тракторного парка для каждого хозяйства и сформировать региональную систему машин из-за больших финансовых и организационных затрат предложена концепция обоснования типовых территорий в регионе и типовых хозяйств.

2. Разработана методика обоснования типовых территорий и хозяйств по трем расчетным критериям: k_1 – критерий-распределитель, формирующий все области на группы как статистически однородные выборки с общим числом рангов в каждой группе рангов, k_2 – критерий представительства области по группам, определяющий по скольким базовым показателям та или иная область претендует на типичность, k_3 – критерий значимости производственного потенциала области.

3. Расчеты по Центральной Нечерноземной зоне показали, что в первой группе областей типовыми могут считаться Костромская и Ивановская области, во второй – Костромская область, в третьей – Тульская. Типовыми СХО могут быть «Монастырское подворье» в Калужской области, ОАО «АгроВолга» в Ярославской области и ООО «Первомайский» в Костромской области.

4. Гармоничность машинно-тракторного парка основана на сочетании оптимальности одних критериев и допустимой рациональности других.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Измайлов А.Ю., Елизаров В.П., Артюшин А.А., Лобачевский Я.П. и др. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года. Том I. Растениеводство. М.: ВИМ. 2012. 303 с.
2. Абрашкина Е.Д., Агирбов Ю.И., Андреев О.П. и др. Агропромышленный комплекс России: Agriculture 4.0: Монография в 2 томах. Т. 2. Современные технологии в агропромышленном комплексе России и зарубежных стран. Сельское хозяйство 4.0. Цифровизация АПК. М.: Ай Пи Ар Медиа. 2021. 379 с.
3. Жалнин Э.В., Хорт Д.О. Мировые направления технического прогресса в ВИМ // *Аграрное обозрение*. 2016. N3. С. 28-38.
4. Paraforos D.S., Vassiliadis V., Kortenbruck D., Stamkopoulos K., Ziogas V., Sapounas A.A., Griepentrog H.W. Multi-level automation of farm management information systems. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2017. Vol. 142. Part B. 504-514.
5. Левшин А.Г., Скороходов А.Н., Киселев С.Н., Верещагин Н.И., Майстренко Н.А. Технологии механизированных работ в растениеводстве. М.: 2018. 336 с.
6. Зангиев А.А., Скороходов А.Н. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка // *Санкт-Петербургский политологический журнал*. 2018. С. 446.
7. Paraforos D.S., Vassiliadis V., Kortenbruck D., Stamkopoulos K., Ziogas V., Sapounas A.A., Griepentrog H.W. A Farm Management Information System Using Future Internet Technologies. *IFAC-PapersOnLine*. 2016. N49(16). 324-329.
8. Зубина В.А., Жалнин Э.В. Гармоничность машинно-тракторного парка как основа повышения эффективности его работы // *Новости науки в АПК*. 2019. N3(12). С. 303-308.
9. Zubina V.A. Justification of priority factors affecting the efficiency of the tractor fleet. *MATEC Web of Conferences. International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment: Mechanical Engineering and Materials Science*. 2020. Vol. 329. 01024.
10. Альт В.В., Балущкина Е.А., Исакова С.П. Алгоритм выбора агротехнологий и технических средств при производстве продукции растениеводства // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2021. Т. 51. N4. С. 93-100.
11. Альт В.В., Исакова С.П., Лапченко Е.А., Елкин О.В. Структурная схема по выбору технологий и технических средств в растениеводстве // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2019. Т. 49. N3. С. 87-93.
12. Кононова Н.Н., Улезько А.В. Техничко-технологическая модернизация сельского хозяйства: условия и перспективы: Монография. Воронеж: Воронежский ГАУ. 2021. 195 с.

13. Кононова Н.Н., Улезько А.В. Тенденции развития технико-технологической базы сельского хозяйства // *Экономика сельского хозяйства России*. 2020. №6. С. 37-43.
14. Докин Б.Д., Раднаев Д.Н. Многоуровневая декомпозиция процессов технологического проектирования // *Вестник ИРГСАХ*. 2011. №47. С. 77-82.
15. Khort D., Smirnov I., Kuttyrev A. Development of an automated weather complex for managing agricultural technologies in horticulture. *E3S Web of Conferences*. 2020. 193.
16. Khort D., Kuttyrev A., Smirnov I., Voronkov I. Automated System for Designing and Management of Agricultural Technologies in Horticulture. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2021. N15(2). 61-68.
17. Нечаев А.И. Структура информационно-управляющей системы возделывания зерновых культур // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2021. Т. 51. №2. С. 96-106.
18. Жукова М.А., Улезько А.В., Реймер В.В. Функции механизма цифровой трансформации сельскохозяйственных производителей // *Экономика сельского хозяйства России*. 2021. №3. С. 7-13.24.
19. Годжаев З.Д., Шевцов В.Г., Лавров А.В., Ценч Ю.С., Зубина В.А. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России до 2030 года (Прогноз) // *Технический сервис машин*. 2019. №4(137). С. 220-229.
20. Лобачевский Я.П., Ценч Ю.С., Бейлис В.М. Создание и развитие систем машин и технологий для комплексной механизации технологических процессов в растениеводстве // *История науки и техники*. 2019. №12. С. 46-55.
21. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Бейлис В.М., Ценч Ю.С. Инновационная система машинно-технологического обеспечения предприятий агропромышленного комплекса. Ч. 1. Инновационная система машинно-технологического обеспечения сельскохозяйственных предприятий на длительную перспективу. М.: 2019. 228 с.

REFERENCES

1. Izmaylov A.Yu., Elizarov V.P., Artyushin A.A., Lobachevskiy Ya.P., et al. Sistema mashin i tekhnologiy dlya kompleksnoy mekhanizatsii i avtomatizatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na period do 2020 goda [System of machines and technologies for integrated mechanization and automation of agricultural production for the period up to 2020]. Vol. 1. Rasteniyevodstvo. Moscow: VIM. 2012. 303 (In Russian).
2. Abrashkina E.D., Agirbov Yu.I., Andreev O.P., et al. Agropromyshlennyy kompleks Rossii: Agriculture 4.0: Monografiya v 2 tomakh. Vol. 2. Sovremennyye tekhnologii v agropromyshlennom komplekse Rossii i zarubezhnykh stran. Sel'skoe hozyaystvo 4.0. Tsifrovizatsiya APK [Agro-industrial complex of Russia: Agriculture 4.0: Monograph in 2 volumes. Vol. 2. Modern technologies in the agro-industrial complex of Russia and foreign countries. Agriculture 4.0. Digitalization of the agro-industrial complex]. Moscow: IPR Media. 2021. 379 (In Russian).
3. Zhalnin E.V., Hort D.O. Mirovye napravleniya tekhnicheskogo progressa v VIM [World directions of technical progress in VIM]. *Agrarnoe obozrenie*. 2016. №3. 28-38 (In Russian).
4. Paraforos D.S., Vassiliadis V., Kortenbruck D., Stamkopoulos K., Ziogas V., Sapounas A.A., Griepentrog H.W. Multi-level automation of farm management information systems. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2017. Vol. 142. Part B. 504-514 (In English).
5. Levshin A.G., Skorokhodov A.N., Kiselev S.N., Vereshchagin N.I., Maystrenko N.A. Tekhnologii mekhanizirovannykh rabot v rasteniyevodstve [Technologies of mechanized work in crop production]. Moscow: 2018. 336 (In Russian).
6. Zangiev A.A., Skorokhodov A.N. Praktikum po ekspluatatsii mashinno-traktornogo parka [Guidelines on the operation of the machine and tractor fleet]. *Sankt-Peterburgskiy politologicheskii zhurnal*. 2018. 446 (In Russian).
7. Paraforos D.S., Vassiliadis V., Kortenbruck D., Stamkopoulos K., Ziogas V., Sapounas A.A., Griepentrog H.W. A Farm Management Information System Using Future Internet Technologies. *IFAC-PapersOnLine*. 2016. N49(16). 324-329 (In English).
8. Zubina V.A., Zhalnin E.V. Garmonichnost' mashinno-traktornogo parka kak osnova povysheniya effektivnosti ego raboty [Harmony of the machine and tractor fleet as the basis for increasing the efficiency of its work]. *Novosti nauki v APK*. 2019. №3(12). 303-308 (In Russian).
9. Zubina V.A. Justification of priority factors affecting the efficiency of the tractor fleet. *MATEC Web of Conferences. International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment: Mechanical Engineering and Materials Science*. 2020. Vol. 329. 01024 (In English).
10. Al't V.V., Balushkina E.A., Isakova S.P. Algoritmy vybora agrotekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv pri proizvodstve produktsii rasteniyevodstva [Algorithm for choosing agrotechnologies and technical means in the production of crops]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2021. Vol. 51. №4. 93-100 (In Russian).
11. Al't V.V., Isakova S.P., Lapchenko E.A., Elkin O.V. Strukturnaya skhema po vyboru tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv v rasteniyevodstve [Structural scheme for the choice of technologies and technical means in plant growing]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2019. Vol. 49. №3. 87-93 (In Russian).
12. Kononova N.N., Ulez'ko A.V. Tekhniko-tekhnologicheskaya modernizatsiya sel'skogo khozyaystva: usloviya i perspektivy: Monografiya [Technical and technological modernization of agriculture: conditions and prospects: Monograph.]. Voronezh: Voronezhskiy GAU. 2021. 195 (In Russian).
13. Kononova N.N., Ulez'ko A.V. Tendentsii razvitiya tekhn

- niko-tekhnologicheskoy bazy sel'skogo khozyaystva [The trends in the development of technical and technological basis of agriculture]. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*. 2020. N6. 37-43 (In Russian).
14. Dokin B.D., Radnaev D.N. Mnogourovnevaya dekompozitsiya protsessov tekhnologicheskogo proektirovaniya [Multilevel decomposition of technological design processes]. *Vestnik IrGSKHA*. 2011. N47. 77-82 (In Russian).
 15. Khort D., Smirnov I., Kutyrev A. Development of an automated weather complex for managing agricultural technologies in horticulture. *E3S Web of Conferences*. 2020. 193 (In English).
 16. Khort D., Kutyrev A., Smirnov I., Voronkov I. Automated System for Designing and Management of Agricultural Technologies in Horticulture. *Agricultural Machinery and Technologies*. 2021. N15(2). 61-68 (In English).
 17. Nechaev A.I. Struktura informatsionno-upravlyayushchey sistemy vozdeystviya zernovykh kul'tur [Structure of the information management system of cereal crops cultivation]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2021. Vol. 51. N2. 96-106 (In Russian).
 18. Zhukova M.A., Ulez'ko A.V., Reymer V.V. Funktsii mekhanizma tsifrovoy transformatsii sel'skokhozyaystvennykh proizvoditeley [Functions of the digital transformation mechanism of agricultural producers]. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*. 2021. N3. 7-13 (In Russian).
 19. Godzhaev Z.D., Shevtsov V.G., Lavrov A.V., Tsench Yu.S., Zubina V.A. Strategiya mashinno-tekhnologicheskoy modernizatsii sel'skogo khozyaystva Rossii do 2030 goda (Prognoz) [Strategy of machine-technological modernization of agriculture in Russia until 2030 (Forecast)]. *Tekhnicheskii servis mashin*. 2019. N4(137). 220-229 (In Russian).
 20. Lobachevskiy Ya.P., Tsench Yu.S., Beylis V.M. Sozдание i razvitie sistem mashin i tekhnologiy dlya kompleksnoy mekhanizatsii tekhnologicheskikh protsessov v rastenievodstve [Creation and development of machine systems and technologies for complex mechanization of technological processes in crop production]. *Istoriya nauki i tekhniki*. 2019. N12. 46-55 (In Russian).
 21. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Beylis V.M., Tsench Yu.S. Innovatsionnaya sistema mashinno-tekhnologicheskogo obespecheniya predpriyatiy agropromyshlennogo kompleksa [Innovative system of machine and technological support of agro-industrial enterprises]. Part. 1. *Innovatsionnaya sistema mashinno-tekhnologicheskogo obespecheniya sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiy na dlitel'nyuyu perspektivu*. Moscow: 2019. 228 (In Russian).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Заявленный вклад соавторов

Жалнин Э.В. – общая постановка проблемы, определение критериев типичности, анализ материалов и методов, выводы, редактирование текста;

Зубина В.А. – сбор и обработка статистических данных по областям региона, выбор типичных сельскохозяйственных организаций, расчет полученных данных, подготовка текста к печати.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Coauthors' contribution:

Zhalnin E.V. – general problem statement, definition of typical criteria, analysis of materials and methods, conclusions, text editing;

Zubina V.A. – collecting and processing statistical data by regions, selecting typical agricultural organizations, and calculating the data obtained, preparing the manuscript for printing.

The authors read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию

Статья принята к публикации

The paper was submitted to the Editorial Office on

The paper was accepted for publication on

03.02.2022

12.04.2022