



<https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-6-12>

УДК: 631.5:631.17

Тип статьи: оригинальная

Type of article: original

РАЗРАБОТКА АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

✉ Полищук Ю.В., Лаптев Н.В., Комаров А.П., Мурзабеков Т.А., Гребенюк К.В.

Костанайский филиал Научно-производственного центра агроинженерии

Костанай, Республика Казахстан

✉ e-mail: y.polishchuk.62@mail.ru

Приведены результаты исследования по разработке и формированию агротехнологических требований для производителей сельскохозяйственной продукции и технических средств, используемых в точном земледелии на территории Республики Казахстан. Существующие агротехнические требования не учитывают влияние систем точного земледелия на технологические параметры при выполнении технологических операций. В процессе проведения исследования сформированы базы данных по агротехнологическим параметрам технологических операций, а также машин и оборудования, используемых в системе точного земледелия. На основании сформированных баз данных сформулированы агротехнологические требования для производителей сельскохозяйственной продукции и технических средств системы точного земледелия. Агротехнологические требования к проведению машинной технологической операции состоят из следующих разделов: «Назначение», «Условия применения», «Предшественники», «Предшествующие и последующие операции», «Агротехнологические требования к качеству выполнения», «Агротехнические требования к технике». В первом разделе представлена информация, поясняющая, для чего предназначена данная технологическая операция; во втором – приводятся климатические и почвенные условия, влажность семян, удобрений, состояние убираемого материала; в третьем – различная необходимая информация; в четвертом – требования к качеству выполнения технологического процесса; в пятом – тип рабочего органа, рабочая скорость, коэффициент надежности технологического процесса, коэффициент использования времени смены, коэффициент готовности, точность вождения агрегата (отклонение от заданного направления движения) без средств навигации, системы параллельного и автоматического вождения с отклонением от заданного направления движения и другие системы точного земледелия для более качественного и эффективного выполнения технологического процесса, дорожный просвет, транспортная скорость движения и требования к конструктивному исполнению сельскохозяйственной машины (орудия).

Ключевые слова: агротехнологии, технологические параметры, точное земледелие, системы автоматического вождения, дистанционный мониторинг

DEVELOPMENT OF AGROTECHNOLOGICAL REQUIREMENTS FOR MANUFACTURERS OF TECHNICAL TOOLS AND AGRICULTURAL PRODUCTS USED IN PRECISION FARMING

✉ Polichshuk Yu.V., Laptev N.V., Komarov A.P., Murzabekov T.A., Grebenyuk K.V.

Kostanaysky branch of the Research and Production Center of Agroengineering

Kostanay, Republic of Kazakhstan

✉ e-mail: y.polishchuk.62@mail.ru

The results of research on the development and formation of agro-technological requirements for producers of agricultural products and technical means used in precision farming in the Republic of

Kazakhstan are presented. The existing agrotechnical requirements do not take into account the influence of precision farming systems on the technological parameters when performing technological operations. In the course of the research, databases were formed on agrotechnological parameters required for technological operations, as well as on the machines and equipment used in the precision farming system. Based on the generated databases, agrotechnological requirements were developed for the producers of agricultural products and technical means used in precision farming systems. Agrotechnological requirements for a machine technological operation consist of five sections: "Purpose", "Conditions of use", "Forecrops", "Previous and subsequent operations", "Agrotechnological requirements for the quality of performance", "Agrotechnological requirements for the equipment". The first section provides information explaining what this technological operation is intended for; the second section tells about climatic and soil conditions, moisture content of seeds, fertilizers, the condition of the material being harvested; the third section gives various necessary information; the fourth section presents the requirements for the quality of the technological process; the fifth section provides the following information: type of the working body, working speed, process reliability coefficients, shift time utilization coefficient, readiness coefficient, unit driving accuracy (deviation from a given direction of movement) without navigation aids, parallel and automatic driving systems with deviation from a given direction of movement and other precision farming systems for better and more efficient execution of the technological process, road clearance, the transport speed of movement and the requirements for the design of an agricultural machine (tool).

Keywords: agricultural technologies, technological parameters, precision farming, systems automatic driving, remote monitoring

Для цитирования: Полищук Ю.В., Лаптев Н.В., Комаров А.П., Мурзабеков Т.А., Гребенюк К.В. Разработка агротехнологических требований для производителей технических средств, используемых в точном земледелии // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 6. С. 98–106. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-6-12>

For citation: Polichshuk Yu.V., Laptev N.V., Komarov A.P., Murzabekov T.A., Grebenyuk K.V. Development of agrotechnological requirements for manufacturers of technical tools and agricultural products used in precision farming. *Sibirskii vestnik sel'skokozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 6, pp. 98–106. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-6-12>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Представленные результаты получены в ходе выполнения прикладных научных исследований в области агропромышленного комплекса Республики Казахстан в 2021–2023 гг. в рамках бюджетной программы № 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований».

Acknowledgements

The research results were obtained during the implementation of applied scientific research in the field of agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan for 2021–2023 within the framework of the budget program no. 267 "Increasing the availability of knowledge and scientific research".

ВВЕДЕНИЕ

Агротехнологические требования к технологическому процессу представляют собой совокупность правил воздействия сельскохозяйственными машинами на обрабатываемую среду с целью получения продукции заданного качества при наименьших затратах. Агротехнологические требования являются основой для разработки системы технологий и машин, исходных требований и технических заданий при создании новой техники, техно-

логических карт и другой технологической документации.

В Казахстане в рамках внедрения почвозащитной технологии были подготовлены методические рекомендации, агрономические и почвозащитные требования к обработке почвы. Главной задачей механической обработки почвы является создание в обрабатываемом слое оптимальных условий для нормального роста, развития и формирования урожая культурных растений¹. С учетом требований

¹Госсен Э.Ф., Дворникова Т.Н., Фогель В.Т. К методике определения параметров качества обработки почвы для уточнения почвозащитной технологии возделывания полевых культур. Целиноград, 1979. 45 с.

к качеству обработки почвы сформулированы агротехнические требования, созданы машины противоэрозионного комплекса^{2, 3}.

На начальном этапе проведения экономических реформ в сельскохозяйственном производстве республики в силу возникновения экономических трудностей стали применяться упрощенные технологии возделывания зерновых и кормовых культур. В традиционной почвозащитной технологии сократили количество механических обработок, в минимальных и нулевых технологиях остались только самые необходимые технологические операции.

В настоящее время в Республике Казахстан отсутствуют агротехнологические требования к технологическим операциям при возделывании сельскохозяйственных культур собственной разработки. Существующие агротехнические требования и исходные требования к базовым машинным технологическим операциям в растениеводстве устарели как в техническом, так и в технологическом плане^{4, 5}. Эти нормативные документы были приняты в 2001 и 2005 гг. соответственно. За прошедшие 15–20 лет в сельскохозяйственной отрасли Казахстана были внедрены новые технологии возделывания сельскохозяйственных культур, стала применяться современная высокопроизводительная сельскохозяйственная техника, оснащенная цифровыми технологиями с системами точного земледелия. Использование новых технологий и новой техники способствовало повышению качества работ, производительности и эффективности производства.

Цель исследования – формулирование отвечающих современным реалиям агротехнологических требований к выполнению механизированных сельскохозяйственных работ, формированию технологических карт и технических заданий в сфере проектирования сельскохозяйственных машин.

Новизна проведенных исследований заключается в том, что при формировании агротехнологических требований к выполнению технологических операций в условиях северного региона Республики Казахстан были использованы показатели технологического процесса с учетом влияния систем точного земледелия.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Параметры и агротехнические требования к технологическим процессам при возделывании сельскохозяйственных культур в системе точного земледелия формировались для трех основных технологий: почвозащитной, минимальной и нулевой. Составление требований происходило на основе рекомендаций Научно-исследовательского института сельского хозяйства и опытных станций, данных монографий и других материалов^{6–8} [1].

Кроме того, учитывались зональные особенности возделывания сельскохозяйственных культур, а также существующие требования и рекомендации по применению сельскохозяйственной техники в северном регионе Казахстана (см. сноски 2–5). При разработке агротехнических требований к основным технологическим процессам учитывались особенности и преимущества использования сельскохозяйственной техники в системе точ-

²Бараев А.И., Зайцева А.А., Госсен Э.Ф. Агротехнические требования к комплексу почвообрабатывающих орудий и посевных машин для районов с почвами, неустойчивыми к ветровой эрозии // Усовершенствование почвообрабатывающих машин. М., 1963. С. 34–54.

³Грибановский А.П., Бидлингмайер Р.В., Ревякин Е.П. Комплекс противоэрозионных машин (устройство, регулировки, эксплуатация). М.: Агропромиздат, 1989. 152 с.

⁴Анискин В.И., Артюшин А.А. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве. М., 2005. 270 с.

⁵Агротехнические требования к основным технологическим операциям при адаптивных технологиях возделывания озимых колосовых и кукурузы и новые технические средства для их выполнения в Краснодарском крае: метод. указания. Краснодар: Агропромполиграфист, 2001. 144 с.

⁶Алабушев А.В. Состояние и пути эффективности отрасли растениеводства. Ростов-на-Дону: Книга, 2012. 384 с.

⁷Бессонова Е.А. Энергоресурсосбережение – важнейший фактор агротехнологий и повышения плодородия почв // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2010. № 1. С. 44–49.

⁸Беляева Б.И., Манджиева Т.В. Обработка почв, подверженных ветровой эрозии // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. 2011. Т. 2. № 2. С. 62–66.

ного земледелия^{9, 10} [2–6]. В частности, возможность комплектования техники элементами системы точного земледелия: системами дистанционного мониторинга с установкой на тракторы GPS-трекеров, датчиками расхода топлива, системами навигации и т.д. [7, 8].

Требования по каждому технологическому процессу должны состоять из следующих разделов:

- 1) перечень технологических процессов, выполняемых при возделывании основных сельскохозяйственных культур, для различных технологий обработки почвы;
- 2) технологические параметры и особые требования к технологическим процессам;
- 3) общие требования к технологическому процессу и технике;
- 4) сроки проведения технологических процессов;
- 5) перечень технических средств, необходимых для их осуществления.

Как показала практика, принятие нерациональных решений во многом связано с отсутствием у специалиста необходимой информации. Первым этапом актуализации агротехнологических требований для производителей технических средств, используемых в точном земледелии, является формирование базы данных машин и оборудования для реализации перспективных технологий.

Структурная схема базы данных агротехнологических параметров и требований к технологическому процессу представлена на рис. 1.

База данных – это совокупность сведений (о реальных объектах, процессах, событиях или явлениях), относящихся к определенной теме или задаче, организованная таким образом, чтобы обеспечить удобное представление этой совокупности как в целом, так и по частям.

Процесс разработки базы данных состоит из ряда формализованных этапов^{11, 12}:



Рис. 1. Структурная схема базы данных агротехнологических параметров и требований к технологическому процессу

Fig. 1. Block diagram of the database of agrotechnological parameters and requirements for the technological process

⁹Шнаара Д., Захаренко В., Якушева В. Точное сельское хозяйство. СПб.: Пушкин, 2009. 397 с.

¹⁰Якушев В.В. Точное земледелие: теория и практика. СПб., 2016. 364 с.

¹¹Фуфаев Э.В. Базы данных. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 320 с.

¹²Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С., Чавыкин Ю.И., Нино Т.П. Инженерно-технические базы данных в системе научно-информационного обеспечения инновационного развития АПК. М.: Росинформагротех, 2013. 128 с.

1) изучение предметной области, объекта деятельности, функций, выполнение которых должно основываться на материалах базы, определение целей;

2) создание структуры базы данных на основе анализа предметной области и связей между информационными объектами;

3) сбор фактического материала и заполнение базы данных;

4) фильтрация информации, исключение недостоверных сведений, заполнение пробелов, оценка информативности.

Построение базы данных основано на применении системного подхода, который заключается в том, что база рассматривается как большая система, состоящая из некоторого множества взаимосвязанных и взаимодействующих элементов [9, 10].

При создании базы руководствуются следующими правилами:

1) учет интересов всех потенциальных пользователей;

2) модульный принцип разработки – независимость разработки каждого модуля относительно других;

3) стандартизация информационного обеспечения – сохранение единства терминологии, применяемой в отношении машин и оборудования.

Одним их наиболее энергоемких этапов создания базы является наполнение ее релевантной информацией. Поиск информации осуществлялся в материалах, представленных машиноиспытательными станциями, в каталогах и справочниках, научно-технической литературе, на сайтах производителей техники.

База данных машин и оборудования содержит справочную информацию о технике и оборудовании, используемых для реализации перспективных технологий возделывания основных сельскохозяйственных культур по системе точного земледелия (см. рис. 2).

Для выполнения поставленной задачи логично представление структуры базы в виде сетевой модели данных. Эта модель является совокупностью элементов, расположенных в порядке от общего к частному и образующих граф – дерево с иерархической структурой. В базе каждый элемент может быть связан с любым другим элементом.



Рис. 2. Структурная схема базы данных машин и оборудования

Fig. 2. Block diagram of the machinery and equipment database

База данных состоит из трех блоков:

- 1) технологии возделывания основных сельскохозяйственных культур;
- 2) техника, применяемая для возделывания и уборки сельскохозяйственных культур;
- 3) цифровые системы и оборудование для точного земледелия.

Каждый из блоков содержит в своей структуре ряд модулей, в которых по функциональному назначению сгруппированы машины, оборудование и другие компоненты. Модули из разных блоков и в пределах одного блока могут иметь функциональную связь с другим модулем.

Среди указываемой информации представлены: название и марка машины или оборудования, фотография, описание, технические характеристики, тип агрегатирования и завод-изготовитель.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе проведения исследований с помощью программы Microsoft Office Access сформированы базы данных по агротехнологическим параметрам и требованиям к технологиям возделывания сельскохозяйственных культур, а также по сельскохозяйственной технике и оборудованию для точного земледелия.

Базы данных по агротехнологическим параметрам и требованиям к возделыванию пшеницы, ячменя, кукурузы на силос, сои, подсолнечника и льна по традиционной, минимальной и нулевой технологиям составлены для всех технологических операций. В табл. 1 представлен фрагмент базы данных по агротехнологическим параметрам и требованиям к технологическому процессу «Ранневсеннее боронование» при возделывании сои по минимальной технологии.

Разработана база данных по машинам и оборудованию, используемым в системе точного земледелия. База данных по тракторам состоит из 236 ед., зерно- и кормоуборочным комбайнам с жатками – из 54 и 58 соответственно, сеялкам и посевным комплексам – из 245, почвообрабатывающей технике – из 599, технике для защиты растений и внесению удобрений – из 223, зерноочистительной технике – из 82, системам и оборудованию для точного земледелия – из 84 ед. В табл. 2. пред-

ставлен фрагмент базы данных по тракторам, в табл. 3 – по системам и оборудованию, применяемым в системе точного земледелия.

В процессе исследований разработаны агротехнологические требования для производителей технических средств, используемых в системе точного земледелия в условиях Республики Казахстан. Создание агротехнологических требований основывалось на базе данных по агротехнологическим параметрам и требованиям к технологиям возделывания сельскохозяйственных культур, а также на базе данных по машинам и оборудованию. При формулировании агротехнологических требований использовались агротехнологические параметры, рекомендованные Научно-исследовательским институтом сельского хозяйства и опытными станциями, опубликованные в трудах научно-исследовательских и учебных институтов и полученные при испытаниях машинно-тракторных агрегатов, оборудованных системами точного земледелия, в условиях северного региона Республики Казахстан.

Агротехнологические требования к машинным технологическим операциям в растениеводстве имеют следующие части: титульный лист, содержание, введение, сами агротехнологические требования.

Указанные требования состоят из пяти разделов:

- 1) назначение – информация, поясняющая, для чего предназначена данная технологическая операция;
- 2) условия применения – климатические и почвенные условия, влажность семян, удобрений, состояние убираемого материала;
- 3) предшествующие, предшествующие и последующие операции;
- 4) требования к качеству выполнения технологического процесса;
- 5) требования к технологическому процессу и технике – тип рабочего органа, рабочая скорость, коэффициент надежности технологического процесса, коэффициент использования времени смены, коэффициент готовности, точность вождения агрегата (отклонение от заданного направления движения) без средств навигации, системы параллельного и автоматического вождения с отклонением от заданного направления движения и другие системы точного земледелия для более каче-

Табл. 1. Требования к технологическому процессу «Ранневесеннее боронование» при возделывании сои по минимальной технологии (фрагмент)
Table 1. Requirements for the technological process «Early spring harrowing» when cultivating soybeans using minimal technology (fragment)

Технологический процесс	Технологические параметры процесса (требования к качеству работ)	Требования к технике	Срок проведения работ	Перечень технических средств
Ранневесеннее боронование	<i>Условия применения</i> Ранневесеннее боронование проводится на почве различного механического состава при достижении его физической спелости (влажности до 30%) на полях со стерней колосовых культур. Количество стерни – 250–300 шт./м ² , высота до 20 см <i>Требования к качеству выполнения</i> Глубина обработки 4–5 см. Отклонение средней глубины обработки от заданной не более ± 1 см. Обработанный слой почвы должен иметь мелкокомковатое крошение с содержанием не менее 75–80% комков размером от 1 до 25 мм. Не допускается наличие глыб крупнее 10 см. После обработки почвы на поверхности поля должно сохраняться не менее 85% стерни по сравнению с исходным количеством. Перекрытые проходы – не более 10–15 см	Ширина захвата 12–27 м; тяговый класс трактора – 2–6 тс; тип рабочего органа – цепной зубовой, игольчатый; рабочая скорость 15–20 км/ч; коэффициент надежности технологического процесса – 0,99; коэффициент использования времени смены – 0,85	Апрель–май	Бороны: а) БЦД-12; б) БЗЦ-12; в) Лира-ХЛ-15; г) Кама-18; д) Кама-27; е) ТПБ-27 «Агрисар»

Табл. 2. База данных по тракторам (фрагмент)

Table 2. Tractor database (fragment)

Марка, модель	Характеристика				
	Тяговый класс	Эксплуатационная масса, кг	Марка двигателя	Мощность двигателя, кВт (л.с.)	Частота вращения ВОМ, об./мин
Беларус-1523/1523Т1	2	6250	Д-260.1 (ММЗ)	109 (148)	540/1000
Беларус-1523.3/1523Т1.3	2	6250	Д-260.1S2 (ММЗ)	111 (150)	540/1000
					Грузоподъемность навесного устройства, кгс
					6500
					6500
					ОАО «Минский тракторный завод», Республика Беларусь

Табл. 3. База данных по системам и оборудованию для точного земледелия (система автоматического вождения, фрагмент)

Table 3. Database of the systems and equipment for precision agriculture (automatic driving system, fragment)

Название	Точность вождения	Устройство контроля	Тип привода автоматического вождения	Возможность измерения площади по контуру	Используемая антенна	Завод-изготовитель
Система автоматического вождения EZ-Steer	CenterPoint RTK, CenterPoint VRS, CenterPoint RTX – до 2,5 см; OmniSTAR HP/XP – 5–10 см; OmniSTAR – 8–10 см; OmniSTAR VBS – более 1 м; RangePoint RTX – до 15 см	Системный дисплей TMX-2050 – сенсорный дисплей высокой четкости с диагональю 30,8 см; дисплей CFX-750 – сенсорный дисплей высокой четкости с диагональю 20,3 см	Электропривод с фрикционным роликом, устанавливается на рулевую колонку машины	Есть	AG25	Trimble, Калифорния, США

ственного и эффективного выполнения технологического процесса, дорожный просвет, транспортная скорость движения и требования к конструктивному исполнению сельскохозяйственной машины (орудия).

ВЫВОДЫ

1. Сформированы информационная база данных по агротехнологическим параметрам и требованиям к технологиям возделывания пшеницы, ячменя, кукурузы на силос, сои, подсолнечника и льна по всем технологическим операциям, а также база данных по сельскохозяйственной технике и оборудованию для точного земледелия (по тракторам, зерно- и кормоуборочным комбайнам, жаткам, сеялкам, посевным комплексам, почвообрабатывающей технике, защите растений и внесению удобрений, зерноочистительной технике, системам и оборудованию, используемым в системе точного земледелия).

2. На основании указанных баз данных разработаны агротехнологические требования для производителей технических средств, применяемых в точном земледелии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верховцев А.А. Влияние технологии возделывания почвы на эффективность зернового производства // Теория и практика мировой науки. 2019. № 3. С. 42–44.
2. Мишуров Н.П., Петухов Д.А., Свиридова С.А., Подольская Е.Е., Труфляк Е.В. Эффективность применения элементов координатного земледелия при производстве озимой пшеницы // Техника и оборудование для села. 2022. № 8 (302). С. 44–48. DOI: 10.33267/2072-9642-2022-8-44-48.
3. Polishchuk Y.V., Astafyev V.L., Derpaskin A.I., Kostyuchenkov N.V., Laptev N.V., Komarov A.P. Impacts of automatic and parallel driving systems on the productivity of machine-tractor units in the northern region of the republic of Kazakhstan // Acta Technologica Agriculturae. 2021. Vol. 24 (3). P. 143–149. DOI: 10.2478/ata-2021-0024.
4. Шемякин А.В., Шемякин Б.В., Шашкова И.Г., Романова Л.В. Повышение эффективности управления агропромышленным комплексом Рязанской области на основе внедрения цифровых технологий // Фундаментальные исследования. 2021. № 4. С. 116–122. DOI: 10.17513/fr.43010.

5. Сасыков А.Е. Применение элементов цифровых технологий в сельскохозяйственном производстве // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2020. № 4 (107). С. 39–50. DOI: 10.51452/kazatu.2020.4(107).31.
6. Полищук Ю.В., Лаптев Н.В., Комаров А.П. Эффективность использования самоходного опрыскивателя, оборудованного системой автоматического вождения // Нива Поволжья. 2020. № 4 (57). С. 86–92. DOI: 10.36461/NP.2020.57.4.004.
7. Рада А.О. Определение приоритетных направлений внедрения цифровых технологий на предприятиях растениеводства на основе нечетких экспертных оценок (на материалах Кемеровской области) // Аграрный вестник Урала. 2019. № 12 (191). С. 89–98. DOI: 10.32417/1997-4868-2019-191-12-89-98.
8. Алтыбаев А.Н., Рахимжанов А.Н., Конысбаев Е.К., Акишев К.М., Тулегулов А.Д. Применение технологий ГЛОНАСС/GPS для исследования мобильных процессов при производстве полевых механизированных работ // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2022. № 4 (115). С. 48–55. DOI: 10.51452/kazatu.2022.4.1270.
9. Матвеев Д.А., Воропаев В.В., Якушев В.В., Петрушин А.Ф. Формирование базы данных оптических характеристик посевов для выделения зон управления на основе дистанционного зондирования // Земледелие. 2021. № 6. С. 20–26. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-6-20-26.
10. Лукьянов А.А. Информационные технологии в почвоведении и задачи формирования базы данных виноградопригодных почв Краснодарского края // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2019. Т. 24. С. 81–82. DOI: 10.30679/2587-9847-2019-24-81-82.

REFERENCES

1. Verkhovtsev A.A. Influence of soil cultivation technology on the efficiency of grain production. *Teoriya i praktika mirovoy nauki = Theory and Practice of the World Science*, 2019, no. 3, pp. 42–44. (In Russian).
2. Mishurov N.P., Petukhov D.A., Sviridova S.A., Podol'skaya E.E., Truflyak E.V. Effectiveness of the use of coordinate farming elements in the production of winter wheat. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela = Machinery and Equipment for Rural*

- Area*, 2022, no. 8 (302), pp. 44–48. (In Russian). DOI: 10.33267/2072-9642-2022-8-44-48.
3. Polishchuk Y.V., Astafyev V.L., Derepaskin A.I., Kostyuchenkov N.V., Laptev N.V., Komarov A.P. Impacts of automatic and parallel driving systems on the productivity of machine-tractor units in the northern region of the republic of Kazakhstan. *Acta Technologica Agriculturae*, 2021, vol. 24 (3), pp. 143–149. DOI: 10.2478/ata-2021-0024.
 4. Shemyakin A.V., Shemyakin B.V., Shashkova I.G., Romanova L.V. Improving the efficiency of management of the agro-industrial complex of the Ryazan region based on the introduction of digital technologies. *Fundamental'niye issledovaniya = Fundamental Research*, 2021, no. 4, pp. 116–122. (In Russian). DOI: 10.17513/fr.43010.
 5. Sasykov A.E. Application of digital technology elements in agricultural production. *Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seifullina = Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University*, 2020, no. 4 (107), pp. 39–50. (In Russian). DOI: 10.51452/kazatu.2020.4 (107).31.
 6. Polichshuk Yu.V., Laptev N.V., Komarov A.P. Efficiency of using self-propelled sprinkler equipped with the system of automatic guiding. *Niva Povolzh'ya = Volga Region Farmland*, 2020, no. 4 (57), pp. 86–92. (In Russian). DOI: 10.36461/NP.2020.57.4.004.
 7. Rada A.O. Definition of priority directions of introduction of digital technologies at crop production enterprises based on fuzzy expert assessments (based on the materials of the Kemerovo region). *Agrarniy vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*, 2019, no. 12 (191), pp. 89–98. (In Russian). DOI: 10.32417/1997-4868-2019-191-12-89-98.
 8. Altybaev A.N., Rakhimzhanov A.N., Konysbaev E.K., Akishev K.M., Tulegulov A.D. Application of GLONASS/GPS technologies for the study of mobile processes in the production of field mechanized work. *Vestnik nauki Kazakhskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seifullina = Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University*, 2022, no. 4 (115), pp. 48–55. (In Russian). DOI: 10.51452/kazatu.2022.4.1270.
 9. Matveenko D.A., Voropaev V.V., Yakushev V.V., Petrushin A.F. Formation of a database of optical characteristics of crops for the allocation of control zones based on remote sensing. *Zemledeliye = Zemledelie*, 2021, no. 6, pp. 20–26. (In Russian). DOI: 10.24412/0044-3913-2021-6-20-26.
 10. Luk'yanov A.A. Information technologies in soil science and the tasks of forming a database of grape-bearing soils of the Krasnodar territory. *Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo federal'nogo nauchnogo tsentra sadovodstva, vinogradarstva, vinodeliya = Scientific works of the North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking*, 2019, vol. 24, pp. 81–82. (In Russian). DOI: 10.30679/2587-9847-2019-24-81-82.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Полищук Ю.В.**, кандидат технических наук, заведующий лабораторией; **адрес для переписки:** Республика Казахстан, 110011, г. Костанай, пр. Абая, 34; e-mail: y.polishchuk.62@mail.ru

Лаптев Н.В., магистр сельскохозяйственных наук, научный сотрудник

Комаров А.П., магистр сельскохозяйственных наук, научный сотрудник

Мурзабеков Т.А., магистр сельскохозяйственных наук, научный сотрудник

Гребенюк К.В., магистр сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Yuri V. Polichshuk**, Candidate of Science in Engineering, Laboratory Head; **address:** 34, Abaya ave., Kostanai, 110011, Republic of Kazakhstan; e-mail: y.polishchuk.62@mail.ru

Nikolay V. Laptev, Master of Science in Agriculture, Researcher

Artem P. Komarov, Master of Science in Agriculture, Researcher

Timur A. Murzabekov, Master of Science in Agriculture, Researcher

Kirill V. Grebenyuk, Master of Science in Agriculture, Junior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 16.02.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 18.04.2023
Дата публикации / Published 20.07.2023