

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, СОЦИАЛЬНАЯ И ПОЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Научная статья

УДК 631.58

doi: 10.17072/2079-7877-2021-4-27-41

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В КАЗАХСТАНЕ: РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОПЫТ

Сергей Владимирович Пашков^{1✉}, Гульнур Забихулаевна Мажитова²

^{1,2}Северо-Казakhstanский университет им. М. Козыбаева, г. Петропавловск, Казахстан

¹sergp2001@mail.ru[✉], <http://orcid.org/0000-0002-3801-6126>, Scopus Author ID: 57216759005, Author ID: 903687

²mazhitova_gulnur@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7397-7512>, Scopus Author ID: 57199850198, Author ID: 1071795

Аннотация. Статья посвящена изучению детерминирующего направления интенсификации растениеводства Казахстана – цифровизации земледелия. Главным условием ее реализации является развитие точного (прецизионного) земледелия. Цель работы заключается в изучении хода цифровизации земледелия в Казахстане и Северо-Казakhstanской области – старейшем районе богарного земледелия, ведущем регионе по производству продукции растениеводства в стоимостном выражении и экономическому плодородию богарной пашни. Проанализированы основные положения государственных программ («Казахстан–2050», «Цифровой Казахстан»), направленные на интеграцию геопространственных технологий в сельское хозяйство и земледелие, в частности, результатом чего станет повышение производительности труда в отрасли. Отмечены особенности использования в точном земледелии спутниковых снимков и съемки с беспилотных летательных аппаратов. Определены факторы, сдерживающие внедрение цифровых технологий в земледелие области. Проведен SWOT-анализ эколого-экономических условий развития точного земледелия в области. Предложены меры по дальнейшему развитию цифровизации земледелия области: как инновационные (развитие агровольтаики), так и патерналистские (государственное стимулирование агроформирований и др.). Итогом диджитализации агросферы станет создание экологически устойчивой программируемой системы земледелия, опирающейся на высокий природный агропотенциал и передовые геопространственные технологии с опорой на предиктивную аналитику.

Ключевые слова: диджитализация агросферы, дистанционное зондирование Земли, космический мониторинг, Северо-Казakhstanская область, точное земледелие

Для цитирования: Пашков С.В., Мажитова Г.З. Цифровизация земледелия в Казахстане: региональный опыт // Географический вестник = Geographical Bulletin. 2021. №4(59). С. 27–41. doi: 10.17072/2079-7877-2021-4-27-41.

ECONOMIC, SOCIAL AND POLITICAL GEOGRAPHY

Original article

doi: 10.17072/2079-7877-2021-4-27-41

DIGITIZATION OF AGRICULTURE IN KAZAKHSTAN: REGIONAL EXPERIENCE

Sergey V. Pashkov¹, Gulnur Z. Mazhitova²

^{1,2}Manash Kozybayev North Kazakhstan University, Petropavlovsk, Kazakhstan

¹sergp2001@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3801-6126>, Scopus Author ID: 57216759005, Author ID: 903687

²mazhitova_gulnur@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7397-7512>, Scopus Author ID: 57199850198, Author ID: 1071795



Abstract. The article deals with digitization of agriculture as the determinative direction of crop production intensification in Kazakhstan. The main condition for the digitization to be implemented is the development of precision agriculture. The aim of our work is to study the process of agricultural digitization in Kazakhstan and particularly the North Kazakhstan region, which is the oldest territory of rainfed agriculture and the leading area in terms of crop production by value and in terms of economic fertility of rainfed land. We analyze the main provisions of state programs ('Kazakhstan–2050', 'Digital Kazakhstan') aimed at integrating geospatial technologies into farming and crop production, which is supposed to increase labor productivity in the industry. In the course of research, the peculiarities of using satellite imagery and shooting from unmanned aerial vehicles in precision agriculture were noted; factors that hinder the introduction of digital technologies in the development of agriculture were identified; SWOT analysis of environmental and economic conditions of the precision agriculture development in the region was carried out. The article proposes measures to be taken for further development of agricultural digitization in the region: both innovative (development of agrarian voltaics) and paternalistic ones (state stimulation of agrarian formations, etc.). The digitization of the agricultural sector will create economically sustainable programmable system of farming based on high natural agricultural potential and advanced geospatial technologies resting on predictive analytics.

Keywords: digitization of the agricultural sector, remote sensing of Earth, space monitoring, North Kazakhstan region, precision agriculture

For citation: Pashkov, S.V., Mazhitova, G.Z. (2021). Digitization of agriculture in Kazakhstan: regional experience. *Geographical Bulletin*. No. 4(59). Pp. 27–41. doi: 10.17072/2079-7877-2021-4-27-41.

Введение

Стремительный рост народонаселения планеты со второй половины XX в., глобально изменяющиеся климатические условия, неуклонно снижающийся природный агропотенциал территорий, континуальное падение плодородия пахотных почв староосвоенных районов инициировали поиск новых путей интенсификации сельского хозяйства и особенно растениеводства с целью оптимизации использования как природных, так и техногенных ресурсов. Сельскохозяйственные революции в свое время кардинально решили проблему нехватки продовольствия в таких крупных развивающихся странах, как Мексика, Индия, Пакистан и др., однако система (модель) Борлоуга, с которой обычно ассоциируется третья («зеленая») революция, предсказуемо повлекла за собой весь спектр проблем земледелия геоэкологического характера, среди которых особо выделяются: масштабное загрязнение земель тяжелыми металлами и ядохимикатами, нарушение их водного режима и др. Это объясняется сделанной в развивающихся странах ставкой на химико-техногенную интенсификацию (*препаративный* подход к увеличению урожайности), тогда как развитые страны давно применяют *технологический* подход, одной из детерминант которого является точное земледелие. Точное (прецизионное) земледелие зародилось в США в 80-х гг. прошлого столетия и первоначально представляло собой составление карт пашенных выделов на основе агрохимического анализа почв с целью дифференцированного внесения минеральных удобрений [21]. С начала 90-х гг. данное направление получило широкое развитие в мировой аграрной науке благодаря расширению возможностей использования систем глобального позиционирования (GPS, а позже и ГЛОНАСС). На сегодняшний день именно цифровизация (диджитализация) определяет уровень развития растениеводства всех развитых государств мира, включая США, Канаду, Японию, Австралию и страны ЕС.

Необходимость цифровизации Казахстана на законодательном уровне четко определена в Стратегии «Казахстан–2050» [3]. Помимо этого, внедрение современных информационных технологий в важнейшие сектора экономики страны включено в число приоритетных направлений Государственной программы «Цифровой Казахстан» [1]. Эта комплексная программа нацелена на повышение качества жизни населения страны посредством

использования цифровых технологий. Она включает в себя 5 направлений, одним из ключевых является «Цифровизация отраслей экономики», заключающееся в преобразовании традиционных отраслей экономики Казахстана с использованием прорывных технологий и возможностей, способных повысить производительность труда и привести к росту капитализации. Цифровая экономика – это использование онлайн-возможностей и инновационных цифровых технологий как для крупных предприятий, так и для малого и среднего бизнеса.

Важным разделом данной программы является цифровизация сельского хозяйства, учитывая социальную роль и значимость как по числу занятых в отрасли (1,2 млн чел.), так и по вкладу в ВВП страны (5%). Цифровизация отрасли и растениеводства, в частности, предполагает первоочередное развитие точного земледелия на основе дистанционного зондирования, внедрение интеграционных баз данных и облачных сервисов, мобильных решений, датчиков контроля и учета, сенсоров и прочих digital-элементов, применение цифровизированной сельхозтехники, беспилотных летательных аппаратов для контроля над посевами и др. Реализация мероприятий программы направлена, главным образом, на повышение урожайности и производительности труда, сохранение и укрепление продовольственной безопасности страны. Последним программным документом, определяющим прорывное развитие и технологическое обновление отрасли, является «Национальный проект по развитию АПК Республики Казахстан на 2021–2025 гг.». На его реализацию запланировано выделение из бюджета 4,9 трлн тенге, доля сельхозтоваропроизводителей, применяющих современные цифровые технологии решения в АПК, возрастет к 2025 г. до 50%, а уровень насыщения внутреннего рынка продовольственными товарами повысится при этом до 80%. Однако, хотя цифровизация АПК и определена главным драйвером повышения производительности труда в отрасли (в 2,5 раза), на ее реализацию предполагается выделение ничтожно малых 0,9% (43,3 млрд) из запланированной суммы, тогда как на закупку техники и технологий будет выделено 1,08 трлн тенге (21%), семян – 108,6 млрд (2,2%), минеральных удобрений – 180 млрд тенге (3,7%). Подобный диспаритет и неизбежная рассинхронизация интенсификационных процессов в аграрной экономике и их цифрового сопровождения ставят под угрозу плановое достижение индикативных показателей, предопределив еще большее отставание от развитых стран в области использования систем автоматического контроля и управления технологическими процессами в сельском хозяйстве.

Интегративным эффектом от диджитализации земледелия должны стать снижение затрат и рисков сельскохозяйственного производства, адаптация технологий возделывания к изменению климата, своевременное планирование полевых работ, повышение урожайности сельскохозяйственных культур, качество и конкурентоспособность сельхозпродукции на основе эффективного использования ресурсов и научно-обоснованных подходов [19]. С помощью цифровых технологий в условиях полномасштабной программы цифровизации растениеводство Казахстана, располагающее огромными даже по мировым масштабам земельными ресурсами, способно выйти на качественно новый уровень развития и стать драйвером роста экономики страны: за период 2016–2022 гг. производительность труда в сельском хозяйстве, согласно планам программы «Цифровой Казахстан», должна вырасти на 82% по сравнению с 38,9% у горнодобывающей промышленности и 49,8% – обрабатывающей. Реализация программы становится еще перспективнее в свете набирающего обороты суперцикла сельскохозяйственных продуктов, обусловившего максимальный за последние 8 лет мировой рост цен на продовольственные товары.

Диджитализация земледелия предоставляет широкие возможности совершенствования агропроизводства. В частности, элементы цифровых технологий применяются для мониторинга сельскохозяйственных земель, состояния посевов в разные фазы вегетации

культурных растений. На основании данных о почве, сорте, дате посева, агрономических работ, метеопказателей и спутниковых карт составляются карты урожайности и формирования техник, предписания по нормам посева и внесения удобрений, рассчитываются Индексы растительности: NDVI, ReCI, NDRE, NDMI, MSAVI. Это позволяет своевременно и точно решать проблемы плохих всходов, недостаточной зеленой массы, выявлять очаги распространения болезней и вредителей, прогнозировать с достаточно высокой степенью точности урожай, более точно планировать уборочные, транспортные, складские мощности и/или работы. Внедрение онлайн-систем упрощает поиск и аренду техники, семян, удобрений, а также специалистов, работников аграрной отрасли, инвесторов, покупателей, потребителей сельхозпродукции и др. Интеграция в практику интернета вещей способствует снижению расходов на обслуживание транспорта, оптимизации расчетов между сельхозпроизводителем и покупателем, рационализации системы инвестирования и кредитования (субсидирования), страхования. Цифровые технологии позволяют выполнять основной запрос сельхозпроизводителей – сбор, систематизация, накопление (агрегация) и анализ данных.

Земледелие страны неизменно формирует два пояса – южный предгорный, поливных технических и овощных культур, и северный, зерновой, возникший в конце XIX – начале XX вв. в результате нескольких волн переселения крестьян из центральных губерний России и Восточной Украины, рецептировавших опыт земледелия в засушливых районах. Последний достиг максимального простирания в ходе целинной эпопеи 1954–1959 гг. до широты г. Караганда: южная граница проходила примерно по изогие 250 мм. Но если продукция южного пояса земледелия традиционно удовлетворяла внутренние потребности населения Казахстана в сельскохозяйственном сырье, овощах и фруктах, то северный пояс изначально задумывался для поставок зерна в другие регионы Российской империи/СССР. После распада Союза зерновой пояс, простиравшийся в пределах 8 областей Северного, Западного и Центрального Казахстана, в результате вывода из оборота «токсичной» пашни сузился до предела трех (Акмолинская, Костанайская, Северо-Казахстанская), а южная граница сейчас примерно совпадает с изогией 300 мм. Единственной областью, полностью располагающейся в пределах зернового фронта, является Северо-Казахстанская – старейший земледельческий регион страны на стыке лесостепной и степной природных зон, обладающий самыми плодородными в стране почвами (96% пашни – черноземы) и максимальным природным агропотенциалом для развития богарного земледелия.

Цель данного исследования – получить представление о ходе цифровизации земледелия в Республике Казахстан, тенденциях, подходах и направлениях, существующих проблемах на основе анализа конкретных примеров применения цифровых технологий, материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и других элементов цифровых решений в агросфере на примере земледелия Северо-Казахстанской области (далее – область).

Материалы и методы исследования

Теоретической и методологической базой исследования послужили труды исследователей в области цифровизации сельского хозяйства, точного земледелия и использования ГИС-технологий в целях геоинформационного картографирования агроландшафтов: Н.В. Абрамова (2020), К.Е. Денисова (2013), И.К. Лурье (2010), И.М. Михайленко (2005), В.В. Якушева (2016) [4; 5; 7; 8; 16] и др.

В методологическом отношении исследование, наряду с комплексом общегеографических методов – сравнительно-географического, геоинформационного, базируется на системном подходе, методах и технологиях агроэкологического и агроландшафтного геоинформационного картографирования, автоматизированной обработки и пространственного анализа данных ДЗЗ (космоснимков и аэрофотоснимков БПЛА).

В качестве исходных данных привлечены нормативно-правовые акты, регламентирующие порядок внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство, фондовые материалы, статистические и аналитические данные управления сельского хозяйства и земельных отношений акимата Северо-Казахстанской области, АО «Национальная компания «Қазақстан Ғарыш Сапары», цифровой платформы для бизнеса в АПК Qoldau.kz.

Цифровизация агропромышленного комплекса (АПК) должна обеспечить повсеместное внедрение цифровых технологий в данную отрасль экономики, являющуюся стратегически важной и имеющей высокий экспортный потенциал [22].

В качестве ключевого компонента цифровизации выступает использование географических информационных систем (ГИС), с помощью которых обеспечиваются комплексный мониторинг посевов, оценка и мониторинг состояния растительности (по NDVI), контроль качества агротехнологических и почвозащитных мероприятий [18; 20].

Для сбора информации, необходимой при выполнении пространственного анализа важных с позиций агрономии характеристик и показателей, принятия производственных и управленческих решений, в настоящее время широко распространены дистанционные методы зондирования, такие как космическая съемка и аэрофотосъемка, полученные на их основе материалы (космоснимки и аэрофотоснимки).

Составной частью системы ДЗЗ являются космическое зондирование со спутников (Landsat, SPOT, IRS, Ikonos, QuickBird, GeoEye, Terra и др.), а также аэрокосмическое зондирование, основанное на использовании малой авиации (самолеты, вертолеты) и БПЛА. Последние получили наибольшее применение в сельском хозяйстве благодаря таким преимуществам, как относительно низкая стоимость, маневренность, точность съемки, достаточно высокое разрешение получаемых изображений, что позволяет рассматривать эти устройства как ключевые инструменты для развития точного земледелия, оперативного получения необходимой геопрограммной информации. В зависимости от решаемых задач БПЛА оснащаются системой спутниковой навигации, мультиспектральными камерами, различными датчиками. Работа устройств может осуществляться в ручном, полуавтоматическом и автоматическом режимах.

В настоящее время полученные на основе аэрофотосъемки с БПЛА изображения успешно используются не только для разработки электронных карт пахотных угодий, полей, изучения роста и состояния агрокультур, почв, пространственных изменений их параметров, но и картирования естественных кормовых, пастбищных угодий, в т.ч. видового состава трав, измерения и мониторинга биомассы растительности, обнаружения сорняков, посевов, испытывающих недостаток влаги, переувлажнения и др.

Результаты и их обсуждение

На современном этапе цифровые технологии, несмотря на декларируемую полную оцифровку пашни в Казахстане, еще не получили должного уровня развития и внедряются лишь отдельными хозяйствами, что позволяет утверждать об «инсулярной» цифровизации. Тем не менее сельхозпредприятия региона на практике приходят к пониманию, что цифровизация отрасли необходима для обеспечения конкурентоспособности и экологически устойчивого развития агропроизводства. На сегодняшний день крупные агроформирования степной зоны области, специализирующиеся на экспортных масличных культурах, внедряют элементы цифровых технологий, отмечается тенденция роста их числа. Вполне реальным является прогноз, что к 2025 г. сельхозпредприятия области будут в своем большинстве использовать в своей работе информационные технологии, digital-решения.

Цифровизация сельского хозяйства области включает несколько направлений. Прежде всего, в регионе осуществляется освоение элементов точного земледелия. Наряду

с этим развиваются автоматические системы контроля и учета различных этапов агропроизводства. Инкорпорирована практика оказания в онлайн-режиме госуслуг сельхозтоваропроизводителям, автоматизирован процесс субсидирования АПК, действует созданная сеть личных кабинетов на электронных ресурсах, в которых субъекты хозяйствования могут оформлять заявки на государственные субсидии, лизинг и получение земельных участков. Используется автоматизированная система государственного земельного кадастра – речь идет о единой базе данных земель с приведением характеристик о текущем состоянии участка и характере его эксплуатации, запасах земли и др. Наиболее востребованы в области технологии спутникового позиционирования ГИС-системы и системы мониторинга и контроля техники, качества выполненных работ. На возмездной основе осуществляются оцифровка сельскохозяйственных угодий, создание электронных карт полей, разработка различных прикладных тематических карт и моделей.

Как уже было отмечено, за период 2015–2020 гг. в регионе оцифровано 4,2 млн га (100%) пашни, хотя, по факту, речь идет лишь о предоставленной государством геоинформационной основе – первом слое геокарт: обычная электронная карта, которая на местности определяет координаты полей, а также обведение полей по контуру. Основным этапом цифровизации, весьма затратным и «лежащим на плечи» уже землепользователей является создание электронных планов полей агроформирований. Он предполагает наполнение геоинформационной базы состояния агроландшафтов: оцифровка данных природного агропотенциала (агроклиматическая характеристика, характер рельефа, почвенных разностей), определение границ рабочих участков внутри полей после наполнения агрохимического контента – информации о внутриполевой дифференциации почвенного плодородия (содержание гумуса, микро- и макроэлементов).

Элементы точного земледелия применяют лишь 107 сельхозпредприятий области, из них 7 – на уровне цифровых, 4 – продвинутых, 96 – в категории «базовый». Точное земледелие в категории «базовый» внедрено на площади 1,6 млн га. Речь идет об использовании электронных карт полей, GPS-трекеров и датчиков расхода горюче-смазочных материалов (ГСМ). В 7 хозяйствах площадью 326 тыс га (7,7% пашни) используются электронные карты полей, почвенный анализ с применением электронных агрохимических картограмм, метеоданных, вегетационных (геоботанических) карт сорняков и GPS-трекеров. Работа в данном направлении только «набирает» обороты, поскольку трехслойная оцифровка хотя и довольно дорогая (1,5 доллара/га), однако позволяет не только охватывать полевые выделы, но и внедряется в животноводстве при формировании электронных карт пастбищеоборотов.

Использование цифровых технологий в вышеперечисленных хозяйствах дает возможность увеличить продуктивность каждого гектара пашни, повысить производительность труда, а также программировать объемы производства зерна при ежегодной оптимизации посевных площадей под зерновыми культурами и внесении необходимых доз минеральных удобрений. С применением элементов цифровизации точного земледелия (о системе пока говорить не приходится) в данных агроформированиях производительность труда увеличилась в среднем на 25%, урожайность зерновых культур, благодаря «цифровому» применению антистрессантов, повысилась до 30 ц/га.

В свете интенсификации растениеводства в области за постсоветский период обсуждался и был реализован переход от целинной планировки зонального земледелия с прямоугольно-прямолинейной конфигурацией пашенных выделов (400-гектарные клетки) к адаптивно-ландшафтному землеустройству, сопровождавшийся сокращением средней площади контура рабочего поля, занятого под пашню, до 300 га.

Именно благодаря синергетическому эффекту от внедрения с начала 2010 г. элементов точного земледелия и адаптивно-ландшафтному землеустройству, на фоне кратного

снижения внесения объемов минеральных и органических удобрений в пахотные почвы, в агроформированиях области определен значительный рост урожайности зерновых по сравнению с советским и постсоветским (кризисным) этапами: за поствоенный период в хозяйствах степной зоны среднемноголетняя урожайность повысилась в 2,4, а лесостепной зоны – в 3,2 раза (рис. 1). Максимальная урожайность отмечается на полях равнинно-мелкосопочных агроландшафтов Айыртауского района, в хозяйствах, одними из первых внедрившими адаптивно-ландшафтное земледелие на прецизионной основе. Так, в ТОО «Тукым» в 2017 г. средняя урожайность яровой пшеницы составила 55 ц/га, в соседнем ТОО «Бабык-Бурлук» в 2018 г. – 62,5 ц/га.

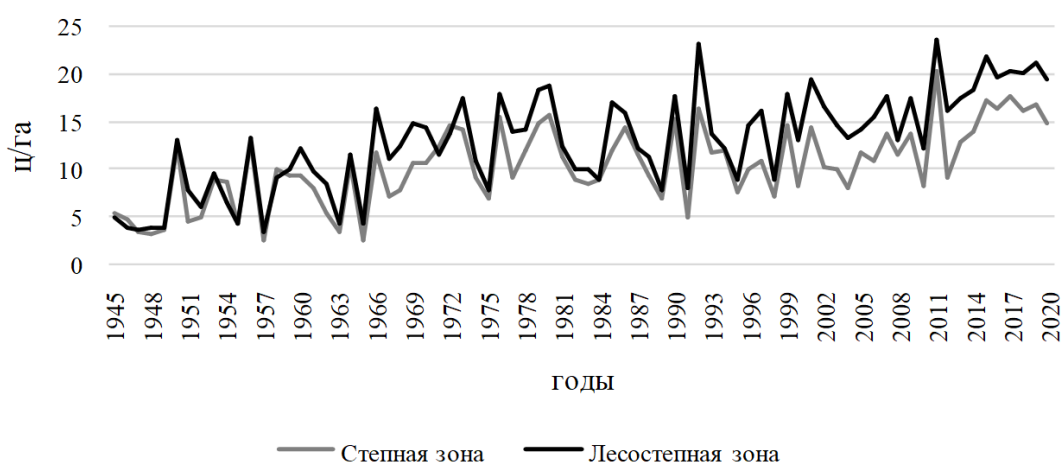


Рис. 1. Динамика урожайности зерновых культур в агроландшафтах лесостепной и степной зон Северо-Казахстанской области за 1945–2020 гг.

Fig. 1. The dynamics of crop yields in agrarian landscapes of the forest and steppe zone and the steppe zone of the North Kazakhstan region for 1945–2020

Диффузия инноваций в области цифровизации, внедрения digital-технологий в земледелие возможна исключительно благодаря агроформированиям-лидерам по внедрению интернета вещей, к числу которых относится, прежде всего, ТОО «Атамекен-Агро». Данное хозяйство первым в области интегрировало в производство спутниковый мониторинг полей Geosys, систему планирования «Agroplan», модуль «Agrofact», предназначенный для онлайн-мониторинга сельхозтехники, «Баланс Зерна» для контроля учета движения, хранения и переработки зерна, мобильное приложение «Agromar» для просмотра истории поля, электронные агрохимические и агрометеорологические карты. Это позволило резко сократить непроизводительные затраты и сроки работ, повысить производительность труда: так, датчики топлива сэкономили с одной единицы сельскохозяйственной техники до 1 млн тенге за сезон за счет снижения потерь и краж ГСМ. В результате общая производительность труда в агроформировании за 4 года увеличилась в 2 раза [6].

В настоящее время сельское хозяйство выступает одним из главных реципиентов данных ДЗЗ. Примером успешной реализации проекта с использованием геоинформационных технологий, космического мониторинга земель с использованием данных ДЗЗ, создания цифровых карт в Казахстане является Автоматизированная информационная система государственного земельного кадастра (АИС ГЗК), действующая с 2002 г. Данная система осуществляет сопровождение, автоматизированный сбор данных, систематизацию и ведение базы данных земельного кадастра Казахстана. В базе данных хранятся сведения по земельным участкам, их идентификационные, площадные, экономические и правовые характеристики. Информация представлена по республике

в целом, а также административно-территориальным образованиям (областям, районам); по нескольким категориям: юридические или физические, государственные или частные (рис. 2).

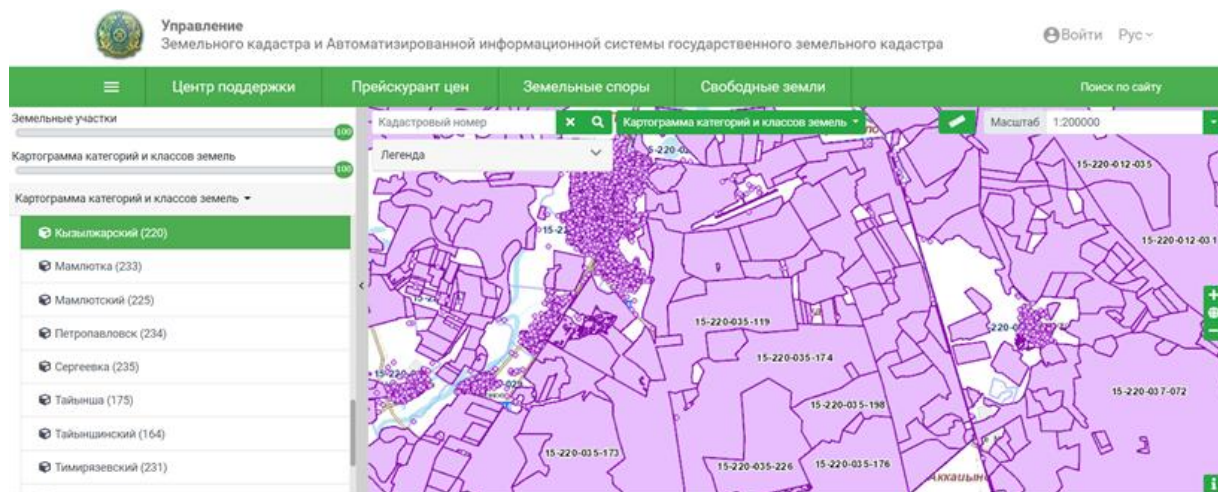


Рис. 2. Вид рабочего окна геосервиса АИС ГЗК [10]

Fig. 2. View of the working window of the AIS GZK geoservice [10]

Также данные ДЗЗ активно используют геосервисы национальной компании «Қазақстан Ғарыш Сапары» [9] и цифровой платформы для бизнеса в АПК QOLDAU [11], позволяющие с помощью космомониторинга выявить неиспользуемые и/или используемые не по назначению земельные угодья, прежде всего, пашню. Речь идет об использовании и обработке снимков, полученных с отечественного спутника KazSat-2, для контроля целевого использования земель под субсидируемые государством масличные культуры (лен-кудряш и рапс), но, в частности, – мониторинга площадей пахотных земель в свете действующей нормы-ограничения Земельного кодекса Казахстана. Так, в случае обнаружения нецелевого использования или неиспользования земельного участка данной категории в течение 3 лет под пашню увеличивается ставка земельного налога в 10 раз, а в последующем данный участок изымается у сельхозтоваропроизводителя и решением местных исполнительных органов (акиматов) передается другим агроформированиям [2]. Лишь в 2020 г., благодаря данным космомониторинга и этой норме права, удалось выявить 15 тыс. га земель сельхозназначения, используемых не по назначению, на основании чего в госсобственность возвращено 38 тыс. га неиспользуемых земель [17].

Широко используются для геоинформационного картографирования сельхозугодий в агрономических ГИС открытые данные со спутников Resourcesat-1, 2, Sentinel 2.

Лидером по оказанию услуг аэрофотосъемки в сельскохозяйственной сфере области является ТОО «Геоскан-Казахстан». Компания осуществляет работы по инвентаризации сельхозугодий, созданию электронных карт полей и кадастра; мониторингу техники, состоянию посевов и полей под парами, расчет NDVI и других индексов; сопровождение и контроль агротехнических мероприятий. Аэрофотосъемку проводит БПЛА Геоскан 201. Производительность съемки с данного устройства составляет более 8 тыс. га/сутки, а получаемые снимки, обладающие высоким качеством, применяются при составлении отраслевых сельскохозяйственных карт (вегетационных индексов и др.), решении различных производственных задач в сельском хозяйстве. За 2020 г. компанией проведена аэрофотосъемка сельскохозяйственных (полевых) угодий хозяйств области с БПЛА на площади 150 тыс. га. Выполнена оцифровка сельскохозяйственных угодий на основе материалов ДЗЗ – космических снимков сверхвысокого разрешения (50 см/пиксель) на площади 44530 га. Важным направлением использования материалов аэрофотосъемки

с БПЛА являются геоинформационное картографирование и моделирование рельефа, особенно эродированных в советский период землепользования участков долины р. Ишим и водосбора озер лесостепной зоны, что рассматривалось в ранее опубликованных работах [12; 13].

Для области внедрение цифровых технологий в сельское хозяйство позволит решить ряд актуальных задач. В первую очередь, своевременно обеспечит детальной информацией сельхозтоваропроизводителей: возможности инновационных цифровых технологий позволят компенсировать затраты и риски, обусловленные влиянием неблагоприятных природно-климатических условий (неравномерное выпадение осадков по сезонам, годам, заморозки и др.), осуществить рост сельскохозяйственного производства в условиях рискованного земледелия, снизить общепроизводственные расходы, издержки – сокращение пересева семян возделываемых культур (прежде всего, зерновых и масличных), уменьшить объем внесения минеральных удобрений, пестицидов и использования ГСМ. Внедрение элементов точного земледелия в технологические процессы возделывания зерновых и масличных культур в отдельных хозяйствах области дало возможность увеличить сменную производительность труда до 15%, снизить при этом энергопроизводственные затраты на 8%, расход топлива – на 17% и общие экономические затраты – на 9% [15].

Несмотря на общую положительную тенденцию в реализации программы цифровизации земледелия в регионе отмечается ряд проблем, требующих оперативного решения. Развитие цифровых технологий в сфере сельскохозяйственной отрасли сдерживают как экономические и социальные, так и другие факторы.

Аграрному сектору экономики области и особенно земледелию всегда была присуща патерналистско-регулятивная модель управления. В постсоветский период государство продолжило оказывать всестороннюю поддержку сельхозтоваропроизводителям, демпфируя ценовые колебания на мировых рынках в виде дотаций на закуп ГСМ и минеральных удобрений, помогая в приобретении зарубежной сельхозтехники, но при этом определяя структуру посевных площадей наиболее рентабельных культур через механизмы субсидирования. Так, в Северном Казахстане после распада СССР появилась принципиально новая подотрасль – производство технических (масличных) культур – ядрового рапса (кользы) и льна-кудряша, лишь в области их площади в 2020 г. были доведены до 1 млн га, тогда как по всей России посеvy рапса едва превышали 1,6 млн га. Однако вместе с экспоненциальным ростом экономического плодородия в 2020 г. средний выход продукции с 1 га богарной пашни составил беспрецедентные за всю постсоветскую историю Казахстана 137,7 тыс. тенге – в области зафиксировано резкое падение плодородия пахотных земель вследствие почти двукратного выноса биогенов в сравнении с пока еще преобладающей культурой, пшеницей. Анализ данных репрезентативных стационарных и полустационарных экологических площадок по геомониторингу сельхозугодий области демонстрирует стремительную дегумификацию пахотных почв. Так, если в советский период падение гумуса в зернопропашных севооборотах составляло в среднем 0,5% в год, то за последнее десятилетие на землях, занятых масличными культурами, данный показатель увеличился втрое, а общий уровень дегумификации пахотных почв области за постцелинный период превысил 40% [14]. Данную проблему можно решить путем применения антистрессантов, однако крайне высокая стоимость делает их окупаемыми при использовании лишь в точном земледелии. Тем не менее цифровой апгрейд отрасли в Казахстане и области, при отсутствии государственной поддержки средних и мелких хозяйств, до сих пор тесно коррелирует с финансовыми возможностями указанных групп агроформирований.

К числу факторов, сдерживающих инкорпоративное развитие цифровизации земледелия области, относятся:

1. Отсутствие заинтересованности со стороны сельхозпроизводителей в результатах реализации программы цифровизации. Большинство аграриев не проявляют интерес к цифровизации в силу нежелания отойти от сложившейся системы земледелия с химико-техногенной интенсификацией, неодинаковой способности к восприятию новых технологий и др. Внедрение инновационных продуктов в сельскохозяйственное производство сопровождается риском, связанным с обеспечением окупаемости дорогостоящего оборудования и софта.

2. Почти нулевая обеспеченность хозяйств специалистами в сфере цифровизации и слабый уровень подготовки имеющихся кадров. Большинство работников агроформирований имеют агрономическое, техническое образование и подготовку, не имея при этом даже базовых компетенций в области информационных технологий. Данная проблема определяет дефицит квалифицированных специалистов, что значительно затрудняет развитие и внедрение современных цифровых технологий в земледелие.

3. Утвержденная программа «Цифровой Казахстан», которая в целом недостаточно глубоко проработана, дает лишь общее представление или видение развития цифровизации в агросекторе экономики. В ней содержится генерализованный перечень задач и мер, направленных, главным образом, лишь на автоматизацию уже устоявшихся процессов агропроизводства, отсутствуют детальная проработка и предложения по внедрению геоинформационных технологий в регионах страны с учетом их сельскохозяйственной специализации. Кроме того, в программе не предусмотрены конкретные меры по цифровизации земледелия, не представлены результаты и их обоснование.

4. Важные исходные агроданные, необходимые агропредприятиям для сельскохозяйственного производства, в основном своем разрознены и не структурированы. Исходя из вышеперечисленного требуется создание единой базы, которая агрегировала бы в себе необходимую информацию, а в дальнейшем – и все информационное пространство. Необходимо совершенствование агрохимического анализа почв по определению эссенциальных (жизненно важных) макроэлементов, фитосанитарной обстановки, системы оперативного предоставления в режиме реального времени аграриям точных метеоданных и их прогнозирования, земельных ресурсов, состояния сельхозугодий и др.

Для устранения или смягчения факторов, ограничивающих развитие земледелия по пути диджитализации, на наш взгляд, целесообразна реализация следующего ряда мер:

1. Совершенствование методики космического мониторинга и прогнозов урожайности с параллельным удешевлением стоимости предоставляемых данных аграриям.

2. Проведение детальных исследований по оценке эффективности цифровизации технологических процессов земледелия региона на уровне репрезентативных агроформирований с выполнением конкретных расчетов издержек, выгод, результатов (экономический эффект, технологические, экологические преимущества и др.).

3. Сотрудничество с зарубежными партнерами, совместная деятельность с компаниями, специализирующимися в сфере цифровых технологий, по разработке современных информационных технологий для агросектора региона. Изучение их опыта в сфере диджитализации сельского хозяйства и земледелия, в частности, определение и адаптация соответствующих и доступных для региона платформ, привлечение и трансферт международных практик и технологий.

4. Привлечение ученых, специалистов из университетов, научных центров и лабораторий для сотрудничества в сфере цифровых технологий, проведение совместных исследований. Должны осуществляться адаптация, тестирование цифровых технологий в хозяйствах, их анализ, сертификация и последующий мониторинг, контроль и консультирование.

Экономическая, социальная и политическая география
Паиков С.В., Мажитова Г.З.

5. Повышение заинтересованности и мотивации аграриев во внедрении цифровых технологий посредством софинансирования расходов в виде субсидий со стороны государства, введение «цифровых» льгот, снижение налогов.

Наиболее предпочтительным инструментарием анализа эколого-экономической целесообразности развития точного земледелия в области выступает SWOT-анализ – универсальный метод стратегического планирования, используемый для оценки явлений и факторов, оказывающих влияние на ход того или иного процесса. Все явления и факторы, в какой-либо степени относящиеся к цифровизации отрасли, условно поделены на 4 категории: сильные стороны (Strengths), слабые стороны (Weaknesses), возможности (Opportunities), угрозы (Threats) (таб.).

Таблица

SWOT-анализ эколого-экономических условий развития точного земледелия
в Северо-Казахстанской области
SWOT-analysis of ecological and economic conditions of precision agriculture development
in the North Kazakhstan region

<i>Сильные стороны (S)</i>	<i>Слабые стороны (W)</i>
<ul style="list-style-type: none"> – обширные территории плодородных пахотных земель с максимальным в стране бонитетом потенциального плодородия почв; – высокий энерго- и ресурсосберегающий потенциал развития точного земледелия; – полная оцифровка пашни (наличие первого слоя геокарт) 	<ul style="list-style-type: none"> – мелкоконтурность полей лесостепных агроландшафтов (дороговизна создания электронных карт полей); – гетерогенный характер рельефа полевых участков (высокая эрозионная расчлененность пашни водосборных бассейнов); – чрезвычайная комплексность почвенного покрова; – низкая платежеспособность крестьянских (фермерских) хозяйств; – слабо развитая сервисная структура и отсутствие местных дилерских центров услуг цифровизации земледелия, фактическая монопольность сферы цифровых услуг
<i>Возможности (O)</i>	<i>Угрозы (T)</i>
<ul style="list-style-type: none"> – устойчивость земледелия, нивелирование риска неурожая и затрат на страхование посевов; – развитие варибельных форм высокодоходной земледельческой деятельности; – рост производства и экспортного потенциала продукции растениеводства 	<ul style="list-style-type: none"> – снижение уровня производительности труда в отрасли и конкурентоспособности продукции растениеводства; – сокращение продуктивности агроценозов вследствие повального перехода на почвоистощающие масличные культуры и падения плодородия пахотных почв

Помимо традиционных инструментов внедрения систем точного земледелия в области целесообразно развитие перспективного интеграционно-симбиотического направления зеленой энергетики и точного земледелия – агровольтаики. Данное направление предполагает одновременное использование рабочих участков земель для сельскохозяйственного производства (преимущественно, овощных и ягодных культур, доказавших максимальную рентабельность при данном способе производства) и получения энергии с помощью солнечных панелей. Кроме генерации энергии панели фотоэлектрических модулей способствуют снижению потока избыточной солнечной радиации, поступающей к растениям, и испарению влаги в почве (конструирование оптимального микроклимата). Наибольшим экологическим потенциалом для развития агровольтаики обладают земли юго-востока области (южнее оз. Силетытениз), выведенные

из оборота в начале 2000-х г., с максимальной в области среднегодовой продолжительностью солнечного сияния (2150 ч/год). Для увеличения доходности и максимизации экономического плодородия пашни получаемую энергию целесообразно использовать для питания систем капельного орошения овощных культур и контроля и регулировки уровня содержания макробиогенов в почве в целях оптимизации минерального питания растений.

Заключение

Цифровизация земледелия в Казахстане и области, в частности, ограничена финансовыми и техническими возможностями средних и мелких землепользователей, не способных «оцифровать» пашню без поддержки государства в связи с высокой стоимостью обработки космоснимков, отсутствием специалистов. В настоящее время элементы точного земледелия по всем категориям пользователей внедряются в области на 48% пашни, что является максимальным в республике показателем. Наряду с увеличением урожайности возделываемых культур, сокращением энерго- и ресурсопроизводственных затрат внедрение систем точного земледелия позволяет, путем «цифровой мелиорации», сnivelировать внутривидовые геоморфологические и агрохимические неоднородности рабочих участков. Данный аспект крайне важен в условиях Северного Казахстана – региона с чрезвычайно сложной структурой почвенного покрова, где доля участия солонцов в почвах увеличивается при продвижении с севера на юг от 10 до 70%. Помимо сокращения затрат энергии, ресурсов и увеличения урожайности точное земледелие позволяет проводить контактное детектирование – программирование полного цикла агротехнических операций по контурам рабочего поля, что особенно важно в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия на лесостепных мелкоконтурных агроландшафтах, обладающих максимальным биоэкологическим потенциалом.

Одной из наиболее действенных мер стимулирования государством сельхозпредприятий по активному внедрению системы точного земледелия, хотя бы на базовом уровне, видится введение погектарного субсидирования оцифрованной пашни по примеру нынешнего дотирования производства масличных культур.

В долгосрочной перспективе итогом диджитализации агросферы должна стать не только максимизация прибыли, но и создание экологически устойчивой *программируемой* системы земледелия, основывающейся на высоком природном агропотенциале и предиктивной аналитике на базе качественного анализа агроинформационного массива.

Список источников

1. Государственная программа «Цифровой Казахстан». URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1700000827> (дата обращения: 01.06.2021).
2. Земельный кодекс Республики Казахстан. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K030000442> (дата обращения: 01.06.2021).
3. Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1200000449> (дата обращения: 01.06.2021).
4. *Абрамов Н.В.* Точное земледелие в эпоху цифровой экономики // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2020. № 3(60). С. 8–14.
5. *Денисов К.Е.* Технологии точного земледелия. Саратов: Изд-во СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2013. 230 с.
6. Лидерами цифровизации в АПК и урожайности признаны фермеры из СКО. URL: https://www.inform.kz/ru/liderami-cifrovizacii-v-apk-i-urozhaynosti-priznany-fermery-iz-sko_a3437690 (дата обращения: 01.06.2021).
7. *Лурье И.К.* Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. М.: Изд-во КДУ, 2010. 424 с.

8. Михайленко И.М. Управление системами точного земледелия. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2005. 234 с.
9. Официальный сайт Национальной компании «АО «Қазақстан Ғарыш Сапары». URL: <https://www.gharysh.kz/geoportaly/> (дата обращения: 01.06.2021).
10. Официальный сайт Управления земельного кадастра и автоматизированной информационной системы государственного земельного кадастра. URL: <http://www.aisgzk.kz/> (дата обращения: 01.06.2021).
11. Официальный сайт цифровой платформы для бизнеса в АПК «QOLDAU». URL: <https://www.qoldau.kz/ru> (дата обращения: 01.06.2021).
12. Пашков С.В., Мажитова Г.З. Применение ГИС-технологий и аэрофотосъемки для геоинформационного картографирования и моделирования рельефа агроландшафтов // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2020. Т. 34. С. 82–95. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2020.34.82>.
13. Пашков С.В., Мажитова Г.З., Тесленок С.А. Картографирование агроландшафтов колючей лесостепи на основе геоинформационных технологий и дистанционного зондирования Земли // Географический вестник = Geographical bulletin. 2021. № 1(56). С. 162–172. <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2021-1-162-172>.
14. Пашков С.В., Шаяхметова А.С. Постцелинная дегумификация пахотных почв Северо-Казахстанской области // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2020. Т. 6(16). Вып. 1. С. 145–156.
15. Полищук Ю.В., Лантев Н.В., Комаров А.П. Применение систем автоматического и параллельного вождения в сельскохозяйственном производстве Республики Казахстан и эффективность их использования // Аграрный вестник Урала. 2020. № 5(196). С. 11–19. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-196-5-11-19>.
16. Якушев В.В. Точное земледелие: теория и практика. СПб.: Изд-во АФИ, 2016. 364 с.
17. 38 тысяч гектаров земли вернули в госсобственность в СКО. URL: https://www.inform.kz/ru/38-tysyach-gektarov-zemli-vernuli-v-gossobstvennost-v-sko_a3763586/ (дата обращения: 01.06.2021).
18. Buryak Z., Marinina O. Using GIS technology for identification of agricultural land with an increased risk of erosion (2020) E3S Web of Conferences, 176, Article No 04007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017604007>.
19. GIS for Agriculture (GIS best Practices). Redlands, 2009. 31 p.
20. Lisetsky F.N., Buryak J.A., Grigoreva O.I., Marinina O.A., Martsinevskaya L.V. Implementation of the basin-administrative and ecoregional approaches to environmentally oriented arrangement inter-settlement areas of the Belgorod region. Biogeosystem Technique, 2015, no. 1(3), pp. 50–63.
21. Ortlip E.W. US Patent No. 4,630,773. 1986.
22. Pashkov S.V., Martsinevskaya L.V. Biological Resources to reproduce Arable Soils Fertility in the Oldcultivated Regions of Kazakhstan, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 817(2021) 012081. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/817/1/012081>.
23. Poletaev A., Narozhnyaya A., Kitov M. Digitalization of the agro-industrial complex in the Russian Federation: current status and development prospects. E3S Web of Conferences. 176, 04005 (2020). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017604005>.

References

1. State program “Digital Kazakhstan”, available at: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1700000827> (In Russ.) (Accessed 01.06.2021).
2. Land Code of the Republic of Kazakhstan, available at: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K030000442> (In Russ.). (Accessed 01.06.2021).
3. Strategy "Kazakhstan-2050": a new political course of independent state, available at: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U1200000449> (In Russ.). (Accessed 01.06.2021).

4. Abramov, N.V. (2020), Precision Farming in the digital Economy Era, *Vestnik Burjatskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii im. V.R. Filippova*, no. 3(60), pp. 8–14 (In Russ.).
5. Denisov, K.E. (2013), *Tehnologii tochnogo zemledelija* [Precision Farming Technologies], Izd-vo SGAU im. N.I. Vavilova, Saratov, Russia (In Russ.).
6. Farmers from NKR recognized as leaders of digitalization in agroindustrial complex and yield, available at: https://www.inform.kz/ru/liderami-cifrovizacii-v-apk-i-urozhaynosti-priznany-fermery-izsko_a3437690. (In Russ.) (Accessed 01.06.2021).
7. Lurye, I.K. (2010), *Geoinformational mapping. Methods of geoinformatics and digital processing of space pictures*. Moscow, Russia (In Russ.).
8. Mikhaylenko, I.M. (2005), *Control of Precision Farming Systems*, St. Petersburg, Russia (In Russ.).
9. Official website of the National Company "JSC" Kazakhstan Garysh Sapara" available at: <https://www.gharysh.kz/geoportaly/> (In Russ.) (Accessed 01.06.2021).
10. Official website of the Land Cadastre Office and the automated information system of the state land cadastre, available at: <http://www.aisgzk.kz/> (In Russ.). (Accessed 01.06.2021).
11. Official website of the digital platform for business in the agroindustrial complex "QOLDAU", available at: <https://www.qoldau.kz/ru> (In Russ.). (Accessed 01.06.2021).
12. Pashkov, S.V., Mazhitova, G.Z. (2020), Application of GIS Technologies and Aerial Photography for Geoinformation Mapping and Modelling of Relief of Agroland Landscapes, *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Earth Sciences*, vol. 34, pp. 82–95. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2020.34.82> (In Russ.).
13. Pashkov, S.V., Mazhitova, G.Z., Teslenok, S.A. (2021), Mapping of agricultural landscapes of outlier forest steppe based on geoinformation technologies and remote sensing of the Earth, *Geographical Bulletin*, no. 1(56), pp. 162–172. <https://doi.org/10.17072/2079-7877-2021-1-162-172> (In Russ.).
14. Pashkov, S.V., Shayakhmetova, A.S. (2020), Post-virgin degumification of arable soils of the North Kazakhstan region, *Geopolitika i jekogeodinamika regionov*, vol. 6(16), no. 1, pp. 145–156 (In Russ.).
15. Polishhuk, Ju.V., Laptev, N.V., Komarov, A.P. (2020), The use of automatic and parallel driving systems in agricultural production of the Republic of Kazakhstan and the efficiency of their use, *Agrarian Bulletin of the Urals*, no. 5(196), pp. 11–19. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2020-196-5-11-19> (In Russ.).
16. Jakushev, V.V. (2016), *Precision Agriculture: Theory and Practice*, St. Petersburg, Russia (In Russ.).
17. 38 thousand hectares of land were returned to state ownership in North Kazakhstan region, available at: https://www.inform.kz/ru/38-tysyach-gektarov-zemli-vernuli-v-gossobstvennost-vsko_a3763586 (In Russ.) (Accessed 01.06.2021).
18. Buryak, Z., Marinina, O. (2020), Using GIS technology for identification of agricultural land with an increased risk of erosion, *E3S Web of Conferences*, no. 04007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017604007>.
19. *GIS for Agriculture (GIS best Practices)* (2009), Redlands.
20. Lisetsky, F.N., Buryak, J.A., Grigoreva, O.I., Marinina, O.A., Martsinevskaya, L.V. (2015), Implementation of the basin-administrative and ecoregional approaches to environmentally oriented arrangement inter-settlement areas of the Belgorod region, *Biogeosystem Technique*, no. 1(3), pp. 50–63.
21. Ortlip, E.W. (1986), US Patent, no. 4,630,773.
22. Pashkov, S.V., Martsinevskaya, L.V. Biological Resources to reproduce Arable Soils Fertility in the OldcultivatedRegions of Kazakhstan, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 817 (2021) 012081. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/817/1/012081>.

23. Poletaev, A., Narozhnyaya, A., Kitov, M. (2020), Digitalization of the agro-industrial complex in the Russian Federation: current status and development prospects, *E3S Web of Conferences*, 176, 04005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017604005>.

Поступила в редакцию: 24.06.2021; одобрена после рецензирования: 23.09.2021; принята к опубликованию: 30.09.2021.

The article was submitted: 24 June 2021; approved after review: 23 September 2021; accepted for publication: 30 September 2021.

Информация об авторах

Information about the authors

Сергей Владимирович Пашков

кандидат географических наук, доцент, декан факультета математики и естественных наук, Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева;

Sergey V. Pashkov

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, M. Kozybayev North Kazakhstan University;

150000, Казахстан, Петропавловск, ул. Пушкина, 86

86, Pushkina st., Petropavlovsk, 150000, Kazakhstan

e-mail: sergp2001@mail.ru

Гульнур Забихулаевна Мажитова

старший преподаватель, кафедра географии и экологии, Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева;

Gulnur Z. Mazhitova

Senior Lecturer, Department of Geography and Ecology, M. Kozybayev North Kazakhstan University;

150000, Казахстан, Петропавловск, ул. Пушкина, 86

86, Pushkina st., Petropavlovsk, 150000, Kazakhstan

e-mail: mazhitova_gulnur@mail.ru

Вклад авторов

Пашков С.В. – идея статьи, обработка материала, написание статьи, научное редактирование текста.

Мажитова Г.З. – сбор материала, написание статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Contribution of the authors

Pashkov S.V. – idea of the article, information processing, writing the article, scientific editing of the text.

Mazhitova G.Z. – collecting information, writing the article.

The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.