

УДК 528:338.43:004.9(470.345)

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ АГРОПРОМЫШЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ

¹Беляева А.В., ¹Тесленок С.А., ²Печнов В.И.

¹ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарева», Саранск, e-mail: teslenok-sa@mail.ru;

²Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Мордовия
(Геоаналитический центр управления АПК Республики Мордовия), Саранск

Высокая устойчивая продуктивность сельского хозяйства (прежде всего земледелия) возможна на основе комплексного учета агрохимических и агроэкологических факторов формирования урожая соответствующих уровня и качества, при недопущении процессов экологической деградации земель, что дает выход на управление земельными ресурсами и агропромышленными комплексами (АПК) разных уровней. При этом важна роль геоанализа с использованием геоинформационных технологий и сервисов получения и обработки данных дистанционного зондирования (ДДЗ). В статье представлены результаты выявления и анализа опыта и перспектив использования инновационных технологий и пространственных геоданных в управлении АПК Республики Мордовия. Прежде всего, это возможности специализированного веб-сервиса Геоаналитического центра управления АПК республики, включающего данные отчетов хозяйствующих субъектов АПК, дополнительную пространственную информацию, информационные ресурсы республиканской агрохимслужбы и др. Главные решаемые с его помощью задачи – управление и мониторинг АПК Мордовии. Имеется возможность получения обновляемых ДДЗ и другой геопрограммной информации и работы с их архивами. Использование космоснимков обеспечивает мониторинг каждого поля и отслеживание всех происходящих изменений, включая определение вегетационных индексов NDVI. Наиболее важные характеристики, получаемые с цифровых карт полей: их идентификационные данные, общие площади и площади возделываемых культур, характеристики почв и содержание в них макро- и микроэлементов и др. Результаты применения инновационных технологий при организации и ведении сельскохозяйственного мониторинга и в управлении АПК могут использоваться для оперативного анализа состояния разнообразных параметров полей, определения состава, объемов и мест внесения удобрений, проведения агротехнических мероприятий и операций и др.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, управление, новые технологии, инновации, геоинформационные технологии, информационные сервисы, данные дистанционного зондирования, Республика Мордовия

EXPERIENCE AND PROSPECTS OF USING NEW TECHNOLOGIES IN THE MANAGEMENT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA

¹Belyaeva A.V., ¹Teslenok S.A., ²Pechnov V.I.

¹National Research Ogarev Mordovia State University, Saransk, e-mail: teslenok-sa@mail.ru;

²Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Mordovia
(Geoanalytical Centre of the Republic of Mordovia), Saransk

High sustainable agricultural productivity (primarily agriculture) is possible on the basis of a comprehensive account of agrochemical and agroecological factors of crop formation of the appropriate level and quality, while avoiding the processes of environmental degradation of land, which gives access to the management of land resources and agro-industrial complexes (agribusiness) at different levels. At the same time, the role of geo-analysis using geoinformation technologies and services for receiving and processing remote sensing data is important. The article presents the results of identifying and analyzing the experience and prospects of using innovative technologies and spatial GEODATA in the management of the agro-industrial complex of the Republic of Mordovia. First, the capabilities of a specialized web service geo-analytic center of the Department of agriculture of the Republic, including data reports of business entities Agro-industrial complex, additional spatial information, information resources of the Republican Agrochemical service etc. The main tasks to be solved with its help are management and monitoring of the Republic's agro-industrial complex. It is possible to obtain updated remote sensing data and other geospatial information and work with their archives. The use of composites provides monitoring of each field and tracking all changes that occur, including the determination of vegetation indices NDVI. The most important characteristics obtained from digital maps of fields are their identification data, total areas and areas of cultivated crops, soil characteristics and the content of macro- and microelements in them, etc. The results of the application of innovative technologies in the organization and conduct of agricultural monitoring and control Agro-industrial complex, can be used for the operational analysis of the state of a variety of field settings, composition, volumes and locations of fertilizer application, land treatment and operations.

Keywords: agro-industrial complex, management, new technologies, innovations, geoinformation technologies, information services, remote sensing data, Republic of Mordovia

Высокий и устойчивый уровень продуктивности современного сельского хозяйства (прежде всего земледелия) возможен лишь на основе комплексного учета всех агрохимических и агроэкологических факторов, необходимых для нормального роста

и развития растений, формирования урожая соответствующих уровня и качества, при недопущении процессов экологической деградации земель. В конечном счете этим обеспечивается непосредственный выход на управление земельными ресурсами разных территориальных уровней. При этом управление понимается как совокупность функций сложно организованной системы, направленной на рациональное использование ресурсов в целях обеспечения эффективного функционирования [1, 2]. Важную роль играет геопространственный анализ с использованием геоинформационных технологий и сервисов получения и обработки данных дистанционного зондирования (преимущественно отечественных), в значительной степени снижающих финансовую нагрузку на деятельность хозяйствующих субъектов агропромышленного комплекса (АПК) по организации и ведению сельскохозяйственного мониторинга и управлению земельными ресурсами [1, 2].

Повышение эффективности управления земельными ресурсами является одной из основных задач в концепции развития агропромышленного комплекса (АПК) Российской Федерации [3]. Внедрение геоинформационных технологий, использование облачных вычислительных сред позволяют ускорить цифровую трансформацию сельского хозяйства, снижая при этом финансовую нагрузку на деятельность сельхозпроизводителей по организации и ведению сельскохозяйственного мониторинга и управлению земельными ресурсами [2, 3].

Целью исследования является выявление и анализ существующего опыта и перспектив использования новых технологий и пространственных геоданных в управлении АПК Республики Мордовия.

Материалы и методы исследования

В настоящее время на территории Российской Федерации в целом и Республики Мордовия в частности накоплен определенный практический опыт использования новых технологий и пространственных геоданных в управлении АПК. Важными факторами, способствующими инновационному развитию в целом, являются процессы глобализации политики, экономики, техники и технологий; рост зависимости отраслей экономики от современного уровня знаний; форсирование темпов научно-технического прогресса; увеличение доли и роли высококвалифицированных специалистов; тенденции динамичного развития

информационно-коммуникационных технологий, глобальных коммуникаций и формирование информационного общества [4].

Результаты исследования и их обсуждение

Прежде всего, это возможности специализированного веб-сервиса, базирующегося на архитектуре и функциях «ГеоС. Объекты на карте» и используемого в работе Геоаналитического центра управления АПК республики [5]. Важным его достоинством является то, что он включает данные различных отчетов всех хозяйствующих субъектов АПК Мордовии (в первую очередь сельскохозяйственные данные согласно форме 4-сх – статистике по посевным площадям, где представлена вся имеющаяся информация по каждому из имеющихся полей), дополнительно подгружаемую разнообразную пространственную (прежде всего картографическую и дистанционную) информацию – сервисов Яндекс.Карты, OpenStreetMaps, моделей SRTM и создание на их базе цифровых моделей рельефа и др.), информационные ресурсы республиканской агрохимслужбы и др. Веб-сервис ориентирован на специалистов Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Мордовия, аграриев широкого профиля, управленческие и научные кадры. Главные решаемые с его помощью задачи в настоящее время – управление и мониторинг АПК в части оценки состояния посевов возделываемых культур и прогнозирования их урожайности.

Веб-сервис обеспечивает доступ к данным информационной системы коллективного пользования. Архитектурно включает три сервера, расположенных в ДАТА-центре г. Саранска. Один из них отвечает за программное обеспечение и проработку данных на платформе «1С: Предприятие», на двух других организован весь комплекс работ с базами данных, включающими статистическую и пространственную информацию по всем предварительно проанализированным «вручную» обрабатываемым 33670 полям сельскохозяйственных предприятий муниципальных районов Мордовии. Данный веб-сервис интегрирует пространственные и картографические данные и сведения различных информационных баз, ведущихся Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Мордовия, Росреестром, сервисом ВЕГА. Последний позиционируется его разработчиками как уникальный инструмент на-

учного анализа данных спутниковых наблюдений. Это информационный сервис для профессиональной работы с архивами спутниковых данных, обновляемыми в режиме, близком к режиму реального времени, а также другой геопространственной информацией. Он обеспечивает решение широкого круга задач оценки и мониторинга возобновляемых биологических ресурсов, относящихся, прежде всего, к сфере интересов АПК, лесного хозяйства и лесной промышленности [6].

В основу электронных карт сельскохозяйственных угодий и истории полей севооборота положены экспликации агрохимслужбы республики начиная с 1990 г. и до настоящего времени. Эти материалы откорректированы по данным дистанционного зондирования, представленным космическими снимками спутников серий Landsat-7, Landsat-8 и Sentinel-2 (последние более предпочтительны, поскольку имеют пространственное разрешение до 10 м и маску облаков, позволяющую снимать «шум», вызванный наличием облачности, дымки, теней и прочими помехами), сенсора MODIS на космических аппаратах Terra и Aqua (с разрешением от 250 м до 1 км) [6, 7]. Использование космоснимков позволяет вести мониторинг каждого конкретного поля начиная с 2014 г. Периодичность обновления составляет 3 дня (снимки Sentinel-2 позволяют устанавливать фазы развития отдельных сельскохозяйственных культур), 16 дней (снимки Landsat-7 и Landsat-8 дают возможность выявлять состояние растительности и условия произрастания возделываемых сельскохозяйственных культур) и конкретных запросов по сезонам (снимки MODIS позволяют определять температуру подстилающей поверхности, физико-механические и физико-электрические параметры снежного покрова, состояние выращиваемых культур в весенний период после возобновления вегетации) [8, 9].

Инструментарий анализа спутниковых данных включает, прежде всего, классификацию геоизображений, их сегментацию, синтез и др. При этом преимуществом специализированного веб-сервиса является то, что пользователи не нуждаются в установке на свои компьютеры специального дорогостоящего программного обеспечения, необходимого для проведения полноценного анализа спутниковой информации. Таким образом, появляется реальная возможность отслеживания всех происходящих в пределах полей севооборотов изменений, вклю-

чая определение разнообразных вегетационных индексов.

Наиболее важными характеристиками полей являются их идентификационные данные, общие площади, площади посева возделываемых культур, характеристики почвенного покрова, содержание в почвах макро- и микроэлементов [1] и др. – позволяющие осуществлять инвентаризацию, вести учет и контроль фактических площадей возделываемых сельскохозяйственных культур, выявлять нарушения землепользования и ухудшение качества почв [10] или использование земель сельскохозяйственного назначения с нарушениями законодательства [11] (рис. 1). При этом выявляется ряд проблем, связанных с точностью определения границ по космоснимкам, имеющим невысокое пространственное разрешение и с низкой достоверностью кадастровых данных, предоставляемых сервисом «Публичная кадастровая карта» Росреестра.

На этой основе возможно создание электронного севооборота (рис. 2).

Кроме того, могут быть получены разнообразные тематические электронные карты, включая картограммы отдельных агрохимических показателей [1] (рис. 3).

Важную роль играет ежедневный накопительный мониторинг важнейших агрометеорологических показателей, обеспечивающих определение оптимальных сроков осуществления агротехнических мероприятий. Это такие показатели, влияющие на продуктивность возделываемых сельскохозяйственных культур, как характеристики освещенности, температура и влажность почвы, количество выпавших атмосферных осадков, мощности снегового покрова, направление и скорость ветра, различные вегетационные индексы и др. [12]. Мониторинг агрометеорологических показателей осуществляется на разных территориальных уровнях: от отдельного поля до территории республики в целом (рис. 4).

На основе этих данных возможен анализ состояния сельскохозяйственной растительности по вегетативному индексу NDVI, а также хода текущего сезона вегетации (в том числе в сравнении с многолетними данными) (рис. 5).

И, наконец, для осуществления функций управления АПК республики представляют интерес материалы геоинформационного картографирования [1, 2, 10], визуализирующие особенности территориальной организации отраслей АПК.



Рис. 1. Информация, получаемая из базы данных цифровой карты полей



Рис. 2. Реализация электронного севооборота на основе базы данных цифровой карты полей



Рис. 3. Картограммы отдельных агрохимических показателей, полученные на основе базы данных цифровой карты полей



Рис. 4. Мониторинг важнейших агрометеорологических показателей на разных территориальных уровнях

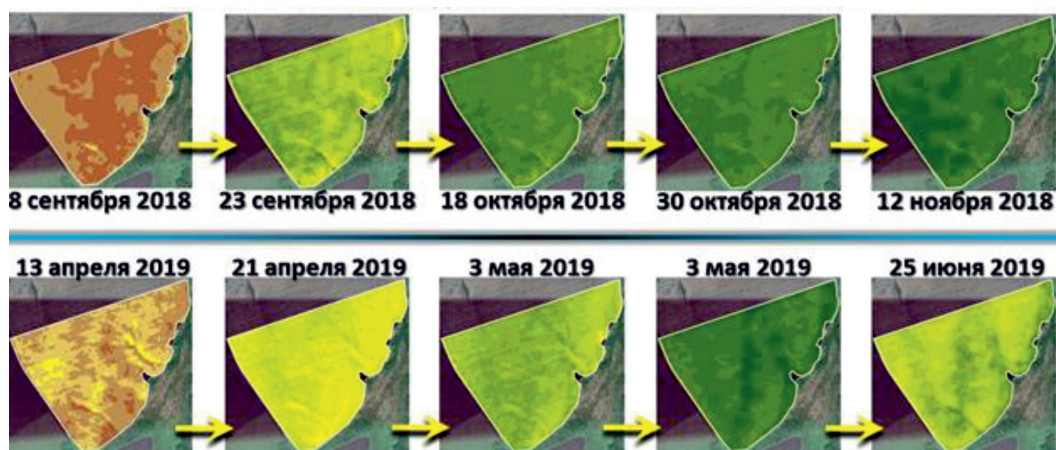


Рис. 5. Отслеживание динамики роста культур на примере озимой пшеницы

Имеет веб-сервис и хорошие перспективы: точное (прецизионное) земледелие (внедрение которого в условиях республики ограничивается в первую очередь недостатком финансовых средств на приобретение и внедрение соответствующей «умной» техники), его перевод в разряд мобильных приложений для обеспечения мобильности использования, более наглядного и оперативного получения, просмотра и анализа данных непосредственно в поле, организация на основе приложения личного кабинета специалиста, справочников, отчетов, аналитики, мониторинга и др. Важную роль призваны сыграть организация и осуществление комплекса мероприятий по разработке тестового поля с целью отработки методик дифференцированного внесения удобрений, практически реализуемая на базе АО «Медаевское». На основе специализированного веб-сервиса планиру-

ется расширение сотрудничества с научными и исследовательскими организациями, их сотрудниками и аграриями-практиками с целью улучшения качества работы сервиса, совершенствования методик обработки снимков в системе регионального мониторинга для оценки состояния посевов сельскохозяйственных культур и выявления пахотных земель. Дальнейшее его существование тесно коррелирует с развитием и практической реализацией ряда перспективных инновационных концепций в связи с выходом на этап технологического развития «Сельское хозяйство 4.0» [13].

Заключение

Результаты анализа опыта применения инновационных технологий при организации и ведении сельскохозяйственного мониторинга, а также в управлении АПК могут быть использованы в первую очередь

для оперативного анализа состояния разнообразных параметров каждого поля, определения качественного и количественного состава и объемов вносимых удобрений и мест их применения, агротехнических мероприятий и операций. Создание инновационно-технологического комплекса по мониторингу земель сельскохозяйственного назначения в Республике Мордовия – одном из субъектов РФ по внедрению пилотных проектов цифрового обеспечения сельского хозяйства – способствует научно-технологическому развитию управления земельными ресурсами разных территориальных уровней [1, 2, 14].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-05-00066.

Список литературы / References

1. Алферина А.В., Ткачёва А.Ю., Тесленок С.А. Карты агрохимических показателей как основа управления земельными ресурсами (на примере Рузаевского района Республики Мордовия) // Актуальные проблемы науки и образования в области естественных и сельскохозяйственных наук: материалы международ. науч.-практич. конф. (Петропавловск, 21 февраля 2020 г.): в 3-х т. Петропавловск: СКГУ им. М. Козыбаева, 2020. С. 109–114.

Alferina A.V., Tkacheva A.Yu., Teslenok S.A. Maps of agrochemical indicators as a basis for land management (on the example of Ruzavsky district of the Republic of Mordovia) // Aktual'nye problemy nauki i obrazovaniya v oblasti estestvennyh i sel'skhozjajstvennyh nauk: materialy mezhdunarod. nauch.-praktich. konf. (Petropavlovsk, 21 fevralya 2020 g.): v 3-h t. Petropavlovsk: SKGU im. M. Kozybaeva, 2020. P. 109–114 (in Russian).

2. Тесленок К.С. Возможности геоинформационных систем в управлении инновациями, ресурсами и природопользованием // Вестник Казахского университета экономики, финансов и международной торговли. 2014. № 3. С. 135–138.

Teslenok K.S. Geographic information systems in the management of innovation, resources and environmental management // Vestnik Kazahskogo universiteta jekonomiki, finansov i mezhdunarodnoj trgovli. 2014. № 3. P. 135–138 (in Russian).

3. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 25.09.2007 г. № 342 «О концепции развития аграрной науки и научного обеспечения АПК России до 2025 года». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.innovbusiness.ru> (дата обращения: 14.01.2021).

The order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation from 25/09/2007 of No. 342 «Concept of development of agricultural science and scientific support of the agro-industrial complex of Russia until 2025». [Electronic resource]. URL: <http://www.innovbusiness.ru> (date of access: 14.01.2021) (in Russian).

4. Сергеев В.А., Бабкина Е.В. Тройная спираль инновационного развития: опыт США и Европы, возможности для России // Инновации. 2011. № 12. С. 68–78.

Sergeev V.A., Babkina E.V. The triple helix of innovation development: the experience of the USA and Europe, opportunities for Russia // Innovacii. 2011. № 12. P. 68–78 (in Russian).

5. Сайт системы АГРО ГИС. [Электронный ресурс]. URL: http://agrogis.e-mordovia.ru/gis/ru_RU (дата обращения: 14.01.2021).

AGRO GIS system website. [Electronic resource]. URL: http://agrogis.e-mordovia.ru/gis/ru_RU (date of access: 14.01.2021).

6. Сервис Vega. Спутниковый сервис анализа вегетации. [Электронный ресурс]. URL: <http://dev.vega.smislab.ru> (дата обращения: 14.01.2021).

VEGA Service. Vegetation analysis satellite service. [Electronic resource]. URL: <http://dev.vega.smislab.ru> (date of access: 14.01.2021).

7. Толпин В.А., Лупян Е.А., Бартаев С.А., Плотников Д.Е., Матвеев А.М. Возможности анализа состояния сельскохозяйственной растительности с использованием спутникового сервиса «ВЕГА» // Оптика атмосферы и океана. 2014. № 27 (7). С. 581–586.

Tolpin V.A., Loupian E.A., Baratalev S.A., Plotnikov D.E., Matveev A.M. Possibilities of agricultural vegetation condition analysis with the «VEGA» satellite service // Optika atmosfery i okeana. 2014. № 27 (7). P. 581–586 (in Russian).

8. Рогачев А.Ф. Методические подходы к получению и обработке данных дистанционного зондирования для обновления мелиоративных мероприятий // Известия. 2018. № 4 (52).

Rogachev A.F. Methodological approaches to obtaining and processing remote sensing data to substantiate reclamation measures // Izvestija. 2018. № 4 (52) (in Russian).

9. Михайлов С.И. Применение данных дистанционного зондирования Земли для решения задач в области сельскохозяйственного производства // Земля из космоса. Наиболее эффективные решения. Вып. 9. Весна 2011. С. 17–23.

Mikhailov S.I. Application of remote sensing data Lands for solving problems in the field of agricultural production // Zemlja iz kosmosa. Naibolee jeffektivnye reshenija. Issue. 9. Spring 2011. P. 17–23 (in Russian).

10. Беляева А.В. Обновление фонда данных о состоянии и использовании земель Республики Мордовия // Научное обозрение. Международный научно-практический журнал. 2020. № 2. [Электронный ресурс]. URL: <https://srjournal.ru/wpcontent/uploads/2020/04/ID225.pdf> (дата обращения: 14.01.2021).

Belyaeva A.V. Updating the Database on the Status and Land Use in the Republic of Mordovia // Nauchnoe obozrenie. Mezhdunarodnyj nauchno-prakticheskij zhurnal. 2020. № 2. [Electronic resource]. URL: <https://srjournal.ru/wp-content/uploads/2020/04/ID225.pdf> (date of access: 14.01.2021) (in Russian).

11. Федеральный закон от 24.07.2002 № 101-ФЗ (ред. от 06.06.2019) «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения». [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37816/2b2c4472c2ae9d05ef211d956c6810af49989f79/ (дата обращения: 14.01.2021).

Federal Law of 24.07.2002 No. 101-FZ (as amended on 06/06/2019) «On the turnover of agricultural land». [Electronic resource]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37816/2b2c4472c2ae9d05ef211d956c6810af49989f79/ (date of access: 14.01.2021) (in Russian).

12. Савин И.Ю., Лупян Е.А., Бартаев С.А. Оперативный спутниковый мониторинг состояния посевов сельскохозяйственных культур в России // Геоматика. 2011. № 2. С. 69–76.

Savin I.Yu., Lupyan E.A., Bartalev S.A. Operational satellite monitoring of the state of agricultural crops in Russia // Geomatika. 2011. № 2. P. 69–76 (in Russian).

13. Орлова Н.В., Серова Е.В., Николаев Д.В. и др. Инновационное развитие агропромышленного комплекса в России. Agriculture 4.0 // Докл. к XXI Агр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества / Под ред. Н.В. Орловой. М.: Изд. дом Высшей школы экономики. 2020. 128 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/361056435.pdf> (дата обращения: 14.01.2021).

Orlova N.V., Serova E.V., Nikolaev D.V. And others. Innovative development of the agro-industrial complex in Russia. Agriculture 4.0 // Dokl. k XXI Agr. mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitiya jekonomiki i obshchestva / Pod red. N.V. Orlova. M.: Izd. dom Vysshej shkoly jekonomiki, 2020. [Electronic resource]. URL: <https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/361056435.pdf> (date of access: 14.01.2021) (in Russian).

14. Носонов А.М. Факторы формирования предпринимательских университетов в России // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=29978> (дата обращения: 14.01.2021).

Nosonov A.M. Factors of the formation of entrepreneurial universities in Russia // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. 2020. № 4. [Electronic resource]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=29978> (date of access: 14.01.2021) (in Russian).