

## Разработка функциональных алгоритмов и концептуальной модели информационно-аналитической системы поддержки управления региональным агропромышленным комплексом

Анна В. Ликнина<sup>1</sup> [anna\\_linkina@rambler.ru](mailto:anna_linkina@rambler.ru)  0000-002-8429-1292  
Владислав С. Рошин<sup>1</sup> [conf\\_vivt@bk.ru](mailto:conf_vivt@bk.ru)

<sup>1</sup> Воронежский институт высоких технологий- автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования, ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Россия

**Аннотация.** В статье рассматриваются возможности применения инструментов цифровизации при организации и оптимизации управленческих систем регионального агропромышленного комплекса. Описываются основные задачи и функции проектируемой системы с точки зрения построения оптимизационных моделей поддержки принятия решения на предприятиях сельскохозяйственной направленности. Приводится структура концептуальной модели верхнего уровня разработанной системы, которая способствует решению задач автоматизации сбора и обработки разнородных данных и формированию отчётов по результатам анализа полученных значений. На основе использования объектно-ориентированного подхода в нотации UML 2.0 разработана диаграмма прецедентов для формализации вариантов взаимодействия пользователей с модулями системы. Выделены основные категории пользователей системы. Продемонстрирована интеграция модуля отчетности, включающего стандартные шаблоны, утвержденные на законодательном уровне РФ (17 форм по основным показателям сельскохозяйственного производства). Приводится пошаговая разработка функциональных алгоритмов и концептуальной модели и выполняется построение структурных и поведенческих моделей для детального отображения информационной и логической моделей проектируемой системы управления поддержки принятия решений в региональном агропромышленном комплексе. Оценивается эффективность внедрения автоматизированного интегрированного инструментария на предприятиях различного масштаба и уровня организации производства на уровне 53%. Даются рекомендации по дальнейшему совершенствованию цифрового инструментария и внедрения передовых технологий в агропромышленном комплексе. Внедрение предложенной нами системы может существенно помочь в решении проблем автоматизации и оптимизации существующей структуры управления, а также позволяет сократить издержки производства, минимизировать использование трудовых ресурсов и в конечном счете способствует обеспечению выполнения мероприятий, заявленных в Национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» в части выполнения ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство».

**Ключевые слова:** цифровизация, агропромышленный комплекс, управленческие системы, информационно-аналитическая система, концептуальная модель, объектно-ориентированный подход, структурная модель, алгоритмизация, UML 2.0.

## Development of functional algorithms and a conceptual model of an information and analytical system to support the management of the regional agro-industrial complex

Anna V. Linkina<sup>1</sup> [anna\\_linkina@rambler.ru](mailto:anna_linkina@rambler.ru)  0000-002-8429-1292  
Vladislav S. Roshin<sup>1</sup> [conf\\_vivt@bk.ru](mailto:conf_vivt@bk.ru)

<sup>1</sup> Voronezh Institute of High Technologies, Lenina Str., 73A Voronezh, 394036, Russia

**Abstract.** The article discusses the possibilities of using digitalization tools in the organization and optimization of management systems for the regional agro-industrial complex. The main tasks and functions of the designed system are described in terms of constructing optimization models to support decision-making at agricultural enterprises. The structure of the top-level conceptual model of the developed system is presented, which contributes to solving the problems of automating the collection and processing of heterogeneous data and generating reports based on the results of analyzing the obtained values. Based on the use of an object-oriented approach in UML 2.0 notation, a use case diagram was developed to formalize options for user interaction with system modules. The main user categories of the system are identified. The integration of the reporting module, including standard templates approved at the legislative level of the Russian Federation (17 forms for the main indicators of agricultural production), is demonstrated. Step-by-step development of functional algorithms and conceptual model and construction of structural and behavioral models for detailed display of information and logical models of the designed management support decision-making system in the regional agro-industrial complex is carried out. The efficiency of introducing automated integrated tools at enterprises of various scales and levels of production organization is estimated at 53%. The implementation of the system we propose can significantly help in solving the problems of automation and optimization of the existing management structure, and also allows reducing production costs, minimizing the use of labor resources and ultimately helps ensure the implementation of the activities stated in the National Program “Digital Economy of the Russian Federation” in terms of implementation departmental project “Digital Agriculture”.

**Keywords:** digitalization, agro-industrial complex, management systems, information and analytical system, conceptual model, object-oriented approach, structural model, algorithmization, UML 2.0.

Для цитирования

Ликнина А.В., Рошин В.С. Разработка функциональных алгоритмов и концептуальной модели информационно-аналитической системы поддержки управления региональным агропромышленным комплексом // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 4. С. 115–121. doi:10.20914/2310-1202-2023-4-115-121

For citation

Liknina A.V., Roshin V.S. Development of functional algorithms and a conceptual model of an information and analytical system to support the management of the regional agro-industrial complex. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2023. vol. 85. no. 4. pp. 115–121. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2023-4-115-121

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## **Введение**

В современных условиях степень цифровизации различных областей экономики в нашей стране достаточно разнородна. При этом даже в одной отрасли могут встречаться предприятия с абсолютно разным уровнем модернизации и цифровизации производства. Так, например, в агропромышленной отрасли имеются крупные хозяйства и агрохолдинги, обладающие достаточно высоким уровнем технологической оснащённости и роботизации даже по меркам мировых стандартов. Однако, кроме таких организаций в нашей стране существует значительное количество фермерских хозяйств, которые ограничены в возможности масштабного применения передовых технологий.

Несмотря на это, согласно исследованиям, даже среди небольших фермерских хозяйств интерес к цифровым инструментам достаточно высок и с каждым годом продолжает расти. Подобная тенденция объясняется тем фактом, что новые технологии включают в себя необязательно полную трансформацию производства, но также внедрение элементов системы автоматизации, мониторинга разнообразных показателей, осуществления видео-надзора и контроля, в том числе с использованием беспилотных летательных аппаратов, и даже привычный нам высокоскоростной доступ в Интернет.

С помощью таких инструментов довольно легко и быстро можно снизить расходы на управление и поддержку предприятия, а также издержки производства, за счёт чего увеличивается доход, и, соответственно, чистая прибыль. Отдельные исследования приводят значение до 53% увеличения рентабельности производства при внедрении такого рода систем.

Вместе с тем производственным предприятиям приходится сталкиваться с проблемой увеличения поступления разнородной, неупорядоченной информации к определённым органам управления и непосредственно к руководителям предприятий. Вследствие этого задачи по структуризации получаемых данных, обработке весомой части связанного материала, принятию решений и прогнозированию событий в динамично изменяющихся условиях заметно усложняются. Наличие данных задач в рамках цифровизации сельского хозяйства стимулирует создание и внедрение специализированного информационного обеспечения управления, т.е. систем, связывающих информацию и управленческий процесс, охватывающих как отдельные функции, например сбор, учёт и анализ информации, планирование работ и прогнозирование ситуаций, так и всю управленческую деятельность в целом.

Информационные ресурсы в отрасли сельского хозяйства, как и в любой другой сфере деятельности, неизменно увеличиваются, вследствие этого процесс управления агропромышленным комплексом в современном мире характеризуется необходимостью учитывать обилие разнородных экономических, социальных и прочих факторов, а также высокими требованиями к обоснованию и принятию управленческих решений.

Несмотря на реальную необходимость развития подобных систем остаётся немало сдерживающих факторов. Одна из главных задач, требующих решения для внедрения систем поддержки принятия решений с инструментами интеллектуального анализа, состоит в сложности выявления и подготовки первичных данных, без которых система не сможет функционировать в полном объёме. Для этого необходимо создание и развитие полноценной системы наблюдения, сбора и обработки разнородных данных, которая сможет фиксировать все различные изменения в региональном агропромышленном комплексе, а постепенное внедрение системы может обеспечить сглаживание некоторых конфликтов, связанных с организационными различиями существующей системы управления в сельскохозяйственных предприятиях. Одним из важнейших направлений развития подобных систем поддержки принятия решения является построение информационно-логических моделей для их дальнейшей реализации на физическом уровне. При этом возникает необходимость учёта многих факторов и решения сложных задач синхронизации данных, обусловленных спецификой отрасли агропромышленного производства, такими как территориальная распределённость земельных участков, удалённость структурных подразделений друг от друга и от центрального управления, затраты на их взаимодействие и коммуникации, использование различных программных ресурсов, которые должны обеспечивать единообразие поступающих данных.

## **Материалы и методы**

Объектом исследования в данной работе является разрабатываемая концептуальная модель информационной системы поддержки управления региональным агропромышленным комплексом. Цель ее проектирования заключается в построении логики структурно-функциональной организации системы поддержки принятия решений, а также осуществлении решения задач автоматизации сбора и обработки разнородных данных и формировании отчётов по результатам анализа полученных значений. В дальнейшем она будет использоваться как модель верхнего уровня для построения диаграмм декомпозиции,

отражающих основные элементы разрабатываемой системы. Разработка модели выполнялась на основе объектно-ориентированного метода. При разработке функциональных алгоритмов проводился системный анализ на уровне изучения структуры агропромышленного комплекса, определения основных задач и целей системы поддержки управления. На основе анализа и синтеза проводилась оценка результатов работы модулей, определение их преимуществ и недостатков, а также возможностей для улучшения и оптимизации управления предприятием.

### Результаты и обсуждение

Нами была определена следующая структурно-функциональная организация информационно-аналитической системы для ее последующего проектирования и разработки прототипа:

1. выявление пользователей и функций системы;
2. выделение ролей пользователей;
3. проектирование общих модулей, необходимых для полноценной работы системы;
  - 3.1. модули регистрации и авторизации пользователей;
  - 3.2. модули взаимодействия с базой данных (добавление/изменение/удаление информации);
  - 3.3. модуль формирования отчёта на основе разнородных данных;
3. проектирование базы данных;
4. выбор и определение инструментов реализации;
5. реализация визуального представления системы;

б. реализация спроектированных модулей и базы данных.

При определении функционала системы нами учитывалось, что существующая управленческая система регионального агропромышленного комплекса выстраивается на различных уровнях. В современных условиях она представляет собой комплекс подразделений, отвечающих за различные направления и находящихся в непосредственном управлении административными органами на уровне муниципалитетов (рисунок 1):



Рисунок 1. Структура управления региональным АПК  
Figure 1. Management structure of regional agro-industrial complex

Однако эта система несовершенна и недостатки могут быть найдены на любых из ступеней и звеньев: сегодня в агропромышленном комплексе недостаточно развита вертикальная цепочка управления - государственные органы управления не всегда учитывают интересы аграрных предприятий, недостаточно эффективно налажено горизонтальное взаимодействие.

Тогда общий алгоритм принятия решения (рисунок 2) можно представить следующим образом:



Рисунок 2. Алгоритм принятия решения  
Figure 2. Decision making algorithm

На начальном этапе проектирования информационно-аналитической системы на основе объектно-ориентированного подхода в нотации UML 2.0 была спроектирована диаграмма прецедентов (Use Case), которая позволяет установить сценарий взаимодействия пользователей с программным продуктом (рисунок 3).

Нами было выделено четыре роли пользователей с разным уровнем прав доступа:

Первая группа пользователей - Viewers. К данной группе относятся зарегистрированные

пользователи, имеющие доступ только к просмотру, поиску и сортировке информации.

Ко второй группе (Creators/Editors) относятся пользователи, имеющие доступ не только на просмотр определённой информации, но и на её дополнение и редактирование.

К третьей группе можно отнести пользователя с ролью администрирования - Admins. Права администратора в реализуемой системе заключаются в управлении и поддержании её работоспособности, а также в управлении аккаунтами других пользователей.

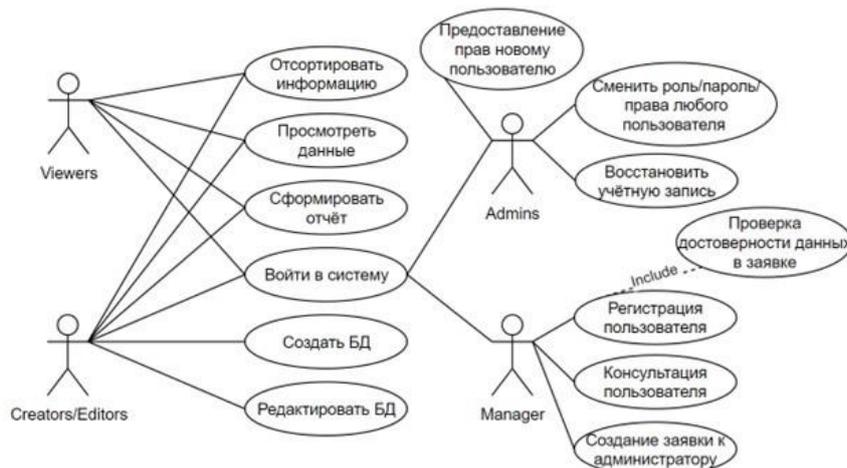


Рисунок 3. Диаграмма Use Case

Figure 3. Use Case diagram

Четвёртая группа пользователей системы – это группа специалистов, которые осуществляют процесс хранения и обработки данных пользователей и предприятий, т. е. рассматривают заявки на регистрацию пользователей, проверяют достоверность данных, а также осуществляют консультирование пользователей по вопросам взаимодействия с системой и решения возможных технических проблем путём формирования заявок к администраторам.

Дальнейшим логичным шагом в проектировании, после определения списка реализуемых функций, является построение конкретных моделей, описывающих реальные алгоритмы взаимодействия пользователей и информационной системы. Для реализации системы необходимо создать модули регистрации, входа и взаимодействия с базами данных. Для создания и наполнения баз данных пользователь должен иметь соответствующие права. При отсутствии необходимых прав пользователь не будет видеть в своей учётной записи возможность создания, наполнения и редактирования. При наличии прав на создание, наполнение и редактирование баз данных необходимо реализовать соответствующие вкладки в профиле пользователя для создания возможности выбора действия.

Модуль наполнения базы данных представлен на рисунке 4.

Еще одним проектируемым нами модулем является модуль формирования отчетности. Было предусмотрено, что в система должна позволять формировать документы, определённые приказом Министерства сельского хозяйства № 132 от 17.03.2021 [2].

Планируемые виды отчётов представлены в таблице 1.



Рисунок 4. Схема работы модуля наполнения БД

Figure 4. Scheme of operation of the database filling module

Таблица 1.

Виды отчётов, формируемые проектируемой системой

Table 1.

Types of reports generated by the designed system

Наименование   Name	Расшифровка   Value
5-АПК	отчет о численности и заработной плате работников;   report on the number and salary of employees;
6-АПК	отчет об отраслевых показателях деятельности;   report on sectoral performance indicators;
7-АПК	отчет об ожидаемых результатах деятельности;   report on expected performance results;
8-АПК	отчет о затратах на основное производство;   report on costs of main production;
9-АПК	отчет о производстве, затратах, себестоимости и реализации продукции растениеводства;   report on production, costs, production value and sales of crop production;
10-АПК	отчет о средствах целевого финансирования;   report on targeted financing;
11-АПК	отчет о производственных мощностях (объектах АПК);   report on production capacities (AIC facilities);
12-АПК	отчет о затратах на выполнение работ и оказание услуг;   a report on the costs of work and services;
13-АПК	отчет о численности и заработной плате работников;   report on the number and salary of employees;
14-АПК	отчет об отраслевых показателях деятельности;   report on sectoral performance indicators;
15-АПК	отчет об ожидаемых результатах деятельности;   report on expected performance results;
16-АПК	отчет о затратах на основное производство;   report on costs of main production;
17-АПК	отчет о производстве, затратах, себестоимости и реализации продукции растениеводства;   report on production, costs, production value and sales of crop production;
1-СПРК	отчет о средствах целевого финансирования;   report on targeted financing;
1-СПР	отчет о производственных мощностях (объектах АПК);   report on production capacities (AIC facilities);
1-КФХ	отчет о затратах на выполнение работ и оказание услуг;   a report on the costs of work and services;
1-ИП	отчет о численности и заработной плате работников;   report on the number and salary of employees;

В разрабатываемой системе права для формирования отчётов имеют пользователи с ролями Viewer и Creator/Editor. В первую очередь для формирования отчёта пользователю необходимо выбрать вид отчёта, т.е. какой шаблон будет заполняться и выводиться системой. После того, как пользователь выбрал вид отчёта, информация об этом событии сохраняется, и система выполняет соединение с БД. Модуль формирования отчёта представлена на рисунке 5.

На этом этапе разработка функциональных алгоритмов и информационной модели проектируемой аналитической системы завершается и в дальнейшем выполняется построение структурных и поведенческих моделей системы в нотации UML для детального построения информационной и логической моделей проектируемой системы управления поддержки принятия решений в региональном агропромышленном комплексе.

**Заключение**

Таким образом, в данной работе были раскрыты основные этапы построения концептуальной модели разрабатываемой информационно-аналитической системы. В дальнейшем эта работа продолжает выполняться на основе декомпозиции и проектирования различных диаграмм, позволяющих описывать основные элементы будущей вычислительной системы. В целом, можно отметить важность данного этапа для обеспечения цифровой трансформации отечественного сельского хозяйства. Как уже было отмечено нами ранее, вследствие разнородного уровня обеспечения информационно-техническими средствами в отрасли АПК, наблюдается дисбаланс эффективности производства между крупными и мелкими сельхозтоваропроизводителями. Однако, внедрение предложенной нами системы может существенно помочь в решении проблем автоматизации и оптимизации существующей структуры управления, а также позволяет сократить издержки производства, минимизировать использование трудовых ресурсов и в конечном счете способствует обеспечению выполнения мероприятий, заявленных в Национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» в части выполнения ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство».

**Благодарности**

Статья публикуется при грантовой поддержке Федерального агентства по делам молодёжи (Росмолодёжь) Соглашение № 091–10–2023–069 от 23.05.2023 г. проект «Наука рядом».

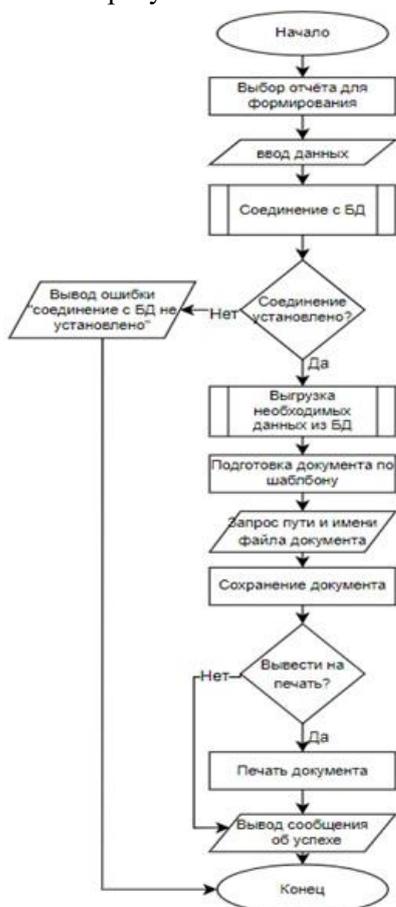


Рисунок 5. Схема работы модуля формирования отчёта  
Figure 5. Scheme of operation of the report generation module

### Литература

- 1 Husemann C., Novković N. Farm management information systems: A case study on a German multinational farm // *Economics of Agriculture*. 2014. № 61(2). P. 441–453. doi:10.5937/ekoPolj1402441H
- 2 Köksal Ö., Tekinerdogan B. Architecture design approach for IoT-based farm management information systems // *Precision Agriculture*. 2019. № 20(1). P. 926–958. doi:10.1007/11119–018–09624–8
- 3 Linkina A., Nedicova E. Ways to preserve soil fertility based on agrolandscape // *Agrofor*. 2016. V. 1. № 2. P. 112–118.
- 4 Linkina A.V., Nedikova E.V Assessment of the state and management of modern agricultural landscapes in the Central Black Earth region // *Proceedings of the VIII Science and Technology Conference “Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus” (CIGGG 2018)*. 2019. P. 369–373.
- 5 Paraforos D.S., Vassiliadis V., Kortenbruck A., Stamkopoulos K. et al. Multi-level automation of farm management information systems // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2017. № 142(1). P. 504–514. doi: 10.1016/j.compag.2017.11.022
- 6 Беликов А.Н., Дегтярев А.А. Определение структурных элементов и разработка системной (графической) нотации для проектирования информационных систем на основе базовой абстракции "Форма для форм" // *Информатизация и связь*. 2021. № 8. С. 24–29.
- 7 Забродин Д.А. Анализ возможностей UML при проектировании информационных систем // *Сборник научных трудов кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления: «Современные технологии хранения, обработки и анализа больших данных»*. 2023. С. 22–25.
- 8 Коновалов В.А. Внедрение инновационных технологий в агропромышленном секторе // *Russian Economic Bulletin*. 2022. Т. 5. № 5. С. 105–109.
- 9 Об утверждении формы отчета о финансово-экономическом состоянии товаропроизводителей агропромышленного комплекса, сельскохозяйственных товаропроизводителей, получателей средств, производителей зерновых культур за 2021 год и сроков его представления: приказ Минсельхоза РФ от 17.03.2021 № 132. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202105120029>
- 10 Самохин В.А. Формирование устойчивого развития сельскохозяйственных предприятий на основе внедрения технологий роботизации // *Вестник Академии знаний*. 2023. № 4 (57). С. 275–278.
- 11 Popova L., Balashova N.Y., Ivanov V., Bocharnikov V. et al. Prospects for the digitalization of regional agro-industrial complex // *Digital Future Economic Growth, Social Adaptation, and Technological Perspectives*. Cham: Springer International Publishing, 2020. P. 687-694. doi: 10.1007/978-3-030-39797-5\_67
- 12 Khudyakova E.V., Gorbachev M.S., Nifontova E.A. Improving the efficiency of agro-industrial complex management based on digitalization and system approach // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2019. V. 274. № 1. P. 012079. doi: 10.1088/1755-1315/274/1/012079
- 13 Gorlov I.F., Fedotova G.V., Glushchenko A.V., Slozhenkina M.I. et al. Digital technologies in the development of the agro-industrial complex // *Digital Economy: Complexity and Variety vs. Rationality 9*. Springer International Publishing, 2020. P. 220-229. doi: 10.1007/978-3-030-29586-8\_26
- 14 Botsieva E., Abdulaev S. Digitalization Of The Agro-Industrial Complex: Promising Areas Of Innovative Development // *SHS Web of Conferences*. EDP Sciences, 2023. V. 172. P. 05016. doi: 10.1051/shsconf/202317205016
- 15 Zghurska O., Korchynska O., Rubel K., Kubiv S. et al. Digitalization of the national agroindustrial complex: new challenges, realities and prospects // *Financial & Credit Activity: Problems of Theory & Practice*. 2022. V. 6. №. 47. doi: 10.55643/fcaptp.6.47.2022.3929
- 16 Boev V.U., Ermolenko O.D., Bogdanova R.M., Mironova O.A. et al. Digitalization of agro-industrial complex as a basis for building organizational-economic mechanism of sustainable development: foreign experience and perspectives in Russia // *Institute of Scientific Communications Conference*. Springer International Publishing, 2019. P. 960-968. doi: 10.1007/978-3-030-29586-8\_109
- 17 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*. EDP Sciences, 2020. V. 176. P. 04005. doi: 10.1051/e3sconf/202017604005
- 18 Belikova I.P., Chernobay N.B., Kron R.V., Zhukova V.A. et al. Digitalization in Agriculture - A New Step in the Development of Agro-industrial Complex // *Smart Innovation in Agriculture*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022. P. 65-73. doi: 10.1007/978-981-16-7633-8\_8
- 19 Pogonyshv V.A., Torikov V.E., Pogonysheva D.A., Seraya G.V. et al. Digitalization issues of the agro-industrial complex // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2022. V. 979. №. 1. P. 012024. doi: 10.1088/1755-1315/979/1/012024
- 20 Kirillova O.V., Sadreeva A.F., Mukhametshina F.A., Samysheva E.Y. Priority directions for the development of the agrarian economy in the context of the digitalization of the agro-industrial complex // *BIO Web of Conferences*. EDP Sciences, 2021. V. 37. P. 00084. doi: 10.1051/bioconf/20213700084

### References

- 1 Husemann C., Novković N. Farm management information systems: A case study on a German multinational farm. *Economics of Agriculture*. 2014. no. 61(2). pp. 441–453. doi:10.5937/ekoPolj1402441H
- 2 Köksal Ö., Tekinerdogan B. Architecture design approach for IoT-based farm management information systems // *Precision Agriculture*. 2019. no. 20(1). pp. 926–958. doi:10.1007/11119–018–09624–8
- 3 Linkina A., Nedicova E. Ways to preserve soil fertility based on agrolandscape. *Agrofor*. 2016. vol. 1. no. 2. pp. 112–118.
- 4 Linkina A.V., Nedikova E.V Assessment of the state and management of modern agricultural landscapes in the Central Black Earth region. *Proceedings of the VIII Science and Technology Conference “Contemporary Issues of Geology, Geophysics and Geo-ecology of the North Caucasus” (CIGGG 2018)*. 2019. pp. 369–373.

- 5 Paraforos D.S., Vassiliadis V., Kortenbruck A., Stamkopoulos K. et al. Multi-level automation of farm management information systems. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2017. no. 142(1). pp. 504–514. doi: 10.1016/j.compag.2017.11.022
- 6 Belikov A.N., Degtyarev A.A. Definition of structural elements and development of system (graphical) notation for the design of information systems based on the basic abstraction “Form for forms”. *Informatization and Communication*. 2021. no. 8. pp. 24–29. (in Russian).
- 7 Zabrodin D.A. Analysis of the capabilities of UML in the design of information systems. *Collection of scientific papers of the Department of Automated Information Processing and Management Systems: “Modern technologies for storing, processing and analyzing big data.”* 2023. pp. 22–25. (in Russian).
- 8 Kononov V.A. Introduction of innovative technologies in the agricultural sector. *Russian Economic Bulletin*. 2022. vol. 5. no. 5. pp. 105–109. (in Russian).
- 9 On approval of the form of the report on the financial and economic condition of commodity producers in the agro-industrial complex, agricultural commodity producers, recipients of funds, grain producers for 2021 and the timing of its submission: Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated March 17, 2021 no. 132. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202105120029> (in Russian).
- 10 Samokhin V.A. Formation of sustainable development of agricultural enterprises based on the introduction of robotization technologies. *Bulletin of the Academy of Knowledge*. 2023. no. 4 (57). pp. 275–278. (in Russian).
- 11 Popova L., Balashova N.Y., Ivanov V., Bocharnikov V. et al. Prospects for the digitalization of regional agro-industrial complex. *Digital Future Economic Growth, Social Adaptation, and Technological Perspectives*. Cham, Springer International Publishing, 2020. pp. 687–694. doi: 10.1007/978-3-030-39797-5\_67
- 12 Khudyakova E.V., Gorbachev M.S., Nifontova E.A. Improving the efficiency of agro-industrial complex management based on digitalization and system approach. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2019. vol. 274. no. 1. pp. 012079. doi: 10.1088/1755-1315/274/1/012079
- 13 Gorlov I.F., Fedotova G.V., Glushchenko A.V., Slozhenkina M.I. et al. Digital technologies in the development of the agro-industrial complex. *Digital Economy: Complexity and Variety vs. Rationality 9*. Springer International Publishing, 2020. pp. 220–229. doi: 10.1007/978-3-030-29586-8\_26
- 14 Botsieva E., Abdulaev S. Digitalization Of The Agro-Industrial Complex: Promising Areas Of Innovative Development. *SHS Web of Conferences*. EDP Sciences, 2023. vol. 172. pp. 05016. doi: 10.1051/shsconf/202317205016
- 15 Zghurska O., Korchynska O., Rubel K., Kubiv S. et al. Digitalization of the national agroindustrial complex: new challenges, realities and prospects. *Financial & Credit Activity: Problems of Theory & Practice*. 2022. vol. 6. no. 47. doi: 10.55643/fcactp.6.47.2022.3929
- 16 Boev V.U., Ermolenko O.D., Bogdanova R.M., Mironova O.A. et al. Digitalization of agro-industrial complex as a basis for building organizational-economic mechanism of sustainable development: foreign experience and perspectives in Russia. *Institute of Scientific Communications Conference*. Springer International Publishing, 2019. pp. 960–968. doi: 10.1007/978-3-030-29586-8\_109
- 17 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*. EDP Sciences, 2020. vol. 176. pp. 04005. doi: 10.1051/e3sconf/202017604005
- 18 Belikova I.P., Chernobay N.B., Kron R.V., Zhukova V.A. et al. Digitalization in Agriculture - A New Step in the Development of Agro-industrial Complex. *Smart Innovation in Agriculture*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022. pp. 65–73. doi: 10.1007/978-981-16-7633-8\_8
- 19 Pogonyshchev V.A., Torikov V.E., Pogonyshcheva D.A., Seraya G.V. et al. Digitalization issues of the agro-industrial complex. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2022. vol. 979. no. 1. pp. 012024. doi: 10.1088/1755-1315/979/1/012024
- 20 Kirillova O.V., Sadreeva A.F., Mukhametshina F.A., Samysheva E.Y. Priority directions for the development of the agrarian economy in the context of the digitalization of the agro-industrial complex. *BIO Web of Conferences*. EDP Sciences, 2021. vol. 37. pp. 00084. doi: 10.1051/bioconf/20213700084

**Сведения об авторах**

**Анна В. Луккина** помощник ректора по науке, старший преподаватель, Воронежский институт высоких технологий, ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Россия, [anna\\_linkina@rambler.ru](mailto:anna_linkina@rambler.ru)  
 <https://orcid.org/0000-002-8429-1292>

**Владислав С. Рошин** студент, информатика и вычислительная техника, Воронежский институт высоких технологий, ул. Ленина, 73а, г. Воронеж, 394043, Россия, [conf\\_vivt@bk.ru](mailto:conf_vivt@bk.ru)

**Вклад авторов**

**Анна В. Луккина** выполнение исследования по теме работы, построение моделей информационной системы, несет ответственность за плагиат

**Владислав С. Рошин** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Information about authors**

**Anna V. Linkina** rector assistant, senior lecturer, Voronezh Institute of High Technologies, Lenina str., 73a Voronezh, 394043, Russia., [anna\\_linkina@rambler.ru](mailto:anna_linkina@rambler.ru)  
 <https://orcid.org/0000-002-8429-1292>

**Vladislav S. Roshin** student, informatics and computer science, Voronezh Institute of High Technologies, Lenina str., 73a Voronezh, 394043, Russia., [conf\\_vivt@bk.ru](mailto:conf_vivt@bk.ru)

**Contribution**

**Anna V. Linkina** performing research on the topic of work, building information system models, being responsible for plagiarism

**Vladislav S. Roshin** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

<b>Поступила</b> 01/08/2023	<b>После редакции</b> 18/08/2023	<b>Принята в печать</b> 10/09/2023
<b>Received</b> 01/08/2023	<b>Accepted in revised</b> 18/08/2023	<b>Accepted</b> 10/09/2023