

INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM TO ENSURE ENVIRONMENTAL SAFETY OF AGRICULTURAL PRODUCTION

Maksimov D. A., Briukhanov A. Yu., Vasilev E. V., Papushin E. A., Mateichik S. N.

*Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production (IEEP) –
branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM
Tiarlevo, Saint Petersburg, Russian Federation*

Corresponding author e-mail: maximov@sznii.ru

Received 20.10.2023

Submitted 21.12.2023

Summary

The study analyzed the environmental impact of agricultural technologies and the current legal and regulatory documents. Further, the study designed an information and analytical system for estimating the environmental compliance of agricultural enterprises and supporting the related managerial decision-making. The article describes the structure and some features of the system.

Abstract

Introduction. In today's world, the acute are the issues of human and environmental security. The Stockholm+50 conference held in 2022 drew attention to the unfolding triple planetary crisis of climate change, ecosystem degradation and environmental pollution. The efforts of all countries should be focused on overcoming it. In recent years, our country has adopted several important documents referring to combating the climate change and promoting the global sustainability, environmental management, and human well-being. The environmental impact of agricultural sector is ever increasing with introducing the industrial production methods into agricultural technologies. There is a growing relevance of monitoring and forecasting the environmental conditions in agroecosystems. This supports their management and ensures their sustainable functioning and development. The decision-making is effective only through processing of large amounts of data. Digital platforms allow for rapid analysis of the required information thus reducing the time and improving the quality of decisions. **Object.** The study object was the information and analytical systems for assessing the environmental safety of agroecosystems and supporting the decision-making on their management. **Materials and Methods.** The study applied the system analysis, analytical methods and generalization of research results from literature sources. The information system was implemented in the Visual FoxPro 9.0 software development environment. **Results and conclusions.** An information and analytical system was designed to improve the planning efficiency of agricultural production development with due account for environmental requirements complying with current legislation and regulations. The developed database got a State Registration Certificate No. 2023621601 dated May 19, 2023. To date, the database contains about 600 documents. The system's functionality allows quickly finding the required materials, methods and standards for environmental assessment of agricultural enterprises, planning work on their development following the environmental requirements and, accordingly, making necessary calculations for the environmental assessment.

Keywords: *environmental safety of production, digital technologies, safety of agricultural production.*

Citation. Maksimov D. A., Briukhanov A. Yu., Vasilev E. V., Papushin E. A., Mateichik S. N. Information and analytical system to ensure environmental safety of agricultural production. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 1(73). 337-346 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-38.

Authors' contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.95

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Максимов Д. А., кандидат технических наук

Брюханов А. Ю., доктор технических наук, член-корреспондент РАН

Васильев Э. В., кандидат технических наук

Папушин Э. А., кандидат технических наук

Матейчик С. Н., инженер-программист

*Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) –
филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ*

пос. Тярлево, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Актуальность. В современном мире остро стоят вопросы обеспечения безопасности человека и окружающей среды. На конференции «Стокгольм+50», проходившей в 2022 году обращено внимание, что разворачивается тройной кризис: изменение климата, деградация экосистем и загряз-

нение окружающей среды. Усилия всех стран должны быть обращены на его преодоление. В нашей стране в последние годы принят ряд важных документов, направленных на борьбу с изменением климата и продвижение глобальной устойчивости, рационального использования окружающей среды и благополучия человека. Воздействие сельскохозяйственной отрасли усиливается с внедрением в её технологии индустриальных методов производства. Растёт актуальность проведения работ по мониторингу и прогнозированию экологической обстановки в агроэкосистемах для управления, обеспечивающего их устойчивое функционирование и развитие. Принятия эффективных решений возможно только на основе обработки большого объема данных. Цифровые платформы позволяют проводить оперативный анализ необходимых данных и тем самым снижают сроки и повышают качество принимаемых решений. **Объект.** Объектом исследований являлись информационно-аналитические системы для оценки экологической безопасности агроэкосистем и поддержки принятия решений по их управлению. **Материалы и методы.** Проведение исследований проводилось с применением системного анализа, аналитических методов и обобщения результатов исследований на основе литературных источников. Реализация информационной системы осуществлялась в среде разработки программного обеспечения Visual FoxPro 9.0. **Результаты и выводы.** Разработана информационно-аналитическая система, обеспечивающая повышение эффективности работ при планировании развития сельскохозяйственного производства, с учётом экологических требований, соответствующих действующему законодательству и нормативной базе. Осуществлена государственная регистрация разработанной базы данных, на что получено свидетельство № 2023621601 от 19.05.2023. На сегодняшний день база содержит порядка 600 документов. Функционал системы позволяет оперативно находить необходимые материалы, методики и нормативы при экологической оценке сельскохозяйственных предприятий, планированию работ по их развитию с учётом экологических требований и, соответственно, проводить необходимые расчёты по экологической оценке.

Ключевые слова: экологическая безопасность производства, цифровые технологии, безопасность сельскохозяйственного производства.

Цитирование. Максимов Д. А., Брюханов А. Ю., Васильев Э. В., Папушин Э. А., Матейчик С. Н. Информационно-аналитическая система обеспечения экологической безопасности сельскохозяйственного производства. *Известия НВ АУК.* 2024. 1(73). 337-346. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-38.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Вопросы деградации окружающей среды остро стоят перед человечеством. Ещё в 1972 году на международной конференции, проходившей в Стокгольме, была принята к реализации декларация Организации Объединенных Наций по проблемам окружающей человека среды (Стокгольмская декларация), а также План действий по её защите. В дальнейшем на конференции в 1992 г. в Рио-де-Жанейро было признано, что проблемы окружающей среды и развития общества должны рассматриваться только совместно. Была сформулирована концепция устойчивого развития.

На проходившей в 2022 году в Стокгольме конференции «Стокгольм+50» в выступлении Генерального секретаря ООН говорилось, что, несмотря на принятые меры и достигнутые успехи, в настоящее время разворачивается тройной кризис: изменение климата, деградация экосистем и загрязнение окружающей среды (материалы конференции от 1 августа 2022 г. <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/K22/118/01/PDF/K2211801.pdf>).

Поддерживаемая ООН коалиция более 100 стран выступила с предложением использовать цифровые инструменты для ускорения экологически и социально устойчивого развития. Генеральным секретарём ООН было отмечено, что развитие технологий всегда сопровождается серьёзным влиянием на окружающую среду, а последние достижения в области технологий открывают новаторские возможности для мониторинга и защиты окружающей среды. Цифровую революцию можно направить на борьбу с изменением климата и продвижение глобальной устойчивости, рационального использования окружающей среды и благополучия человека.

В нашей стране издан президентский указ от 8 февраля 2021 года о мерах реализации государственной научно-технической политики в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений. Вопросы цифровизации экономики нашли своё отражение в принятом указе от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы».

Сельскохозяйственное производство оказывает всё более возрастающее воздействие на окружающую среду. Обеспечение населения сельскохозяйственными продуктами требует его интенсификации, что ведёт к увеличению распаханности почвы, увеличивающемуся применению различных видов удобрений, химических средств защиты растений, строительству крупных животноводческих и птицеводческих предприятий. Всё это оказывает негативное воздействие на почву, водные ресурсы и атмосферу.

Особенно усилилось это воздействие с внедрением в сельское хозяйство промышленных методов производства продукции животноводства. Строительство крупных животноводческих комплексов и птицефабрик привело к проблемам с утилизацией образующихся объёмов навоза и помёта и сделало их основными поставщиками органических веществ, ведущих к загрязнению окружающей среды. В связи с этим, разработки по оценке, прогнозированию и регулированию антропогенного воздействия на окружающую среду от высокоинтенсивных технологий производства сельскохозяйственной продукции становятся одной из приоритетных задач [1]. (В. И. Могилевцев, А. Ю. Брюханов, Д. А. Максимов, Э. В. Васильев и др. Утилизация навоза/помёта на животноводческих фермах для обеспечения экологической безопасности территории, наземных и подземных водных объектов в Ленинградской области. СПб.: СЗНИИМЭСХ. 2012. 237 с.)

Исследование возможных причин и масштабов нарушений агроэкосистем является важным при выработке решений по строительству новых и реконструкции имеющихся животноводческих ферм и комплексов, а также их эффективному функционированию. Данные исследования особенно актуальны, когда за последние десятилетия прошла масштабная модернизация в отрасли. Поэтому актуален анализ возможных последствий и проведения моделирования возможных сценариев нарушения в агроэкосистемах. Разрешение данных вопросов требует применения современных подходов пространственно-временного анализа и детального мониторинга их состояния.

Ключевую роль в улучшении экологической обстановки играет мониторинг ресурсов и окружающей среды. Его проведение упрощается при использовании цифровых технологий с использованием платформенных решений и онлайн-сервисов. Такой подход, обеспечивающий интеграцию различных процессов с использованием цифровых технологий в единую систему, является отличительной особенностью развития современного общества и экономики. В результате улучшается обмен информацией между пользователями, увеличивается скорость обработки, точность и результативность выполнения необходимых в данный момент операций, что в целом повышает эффективность и экологичность производственной деятельности [2-5].

Формирование единой информационно-технологической инфраструктуры, обеспечивающей интеграцию данных, информации и знаний, цифровизацию информационно-аналитических процессов позволит повысить уровень обоснованности и оперативности принятия решений для функционирующих и планируемых к запуску в производство объектов сельскохозяйственных экосистем. Такая цифровая трансформация агропромышленной отрасли позволит обеспечить высокое качество продукции и повысить экологическую безопасность путём глобального планирования и предоставления оптимальных рекомендаций всем участникам производственных цепочек. Для этого необходима разработка соответствующих баз данных, моделей используемых процессов способов их применения, обеспечивающих экологическую безопасность сельскохозяйственного производства.

Уровень современных знаний в области цифровых технологий достаточен для создания программной платформы, обеспечивающей проведение оценки экологической безопасности сельскохозяйственных объектов и дающей возможность для последующего прогнозирования и управления возможными сценариями развития. Создание такой системы требует разработку современных методов экологической оценки агротехнологий, соответствующих методик и приборного обеспечения.

Объёмы необходимых данных для проведения полного экологического мониторинга возрастают, для их обработки активно находят применение методы на основе аналитики больших данных, искусственного интеллекта и машинного обучения.

Цифровая платформа должна представлять собой среду интеграции, в которой взаимосвязан и унифицирован сбор первичной информации её хранение и обработка с технологическими, нормативными базами, справочниками и аналитическим блоком. Принимая всё это во внимание, задача по разработке соответствующих цифровых систем, обеспечивающих поддержку в принятии управленческих решений, является крайне актуальной [6-11].

Целью работы явилось обоснование и разработка блоков программной платформы оценки экологической безопасности агроэкосистем.

Материалы и методы. Проведение исследований проводилось с применением системного анализа, аналитических методов и обобщения результатов исследований различных авторов по данной проблеме, на основе этих материалов проведена систематизация и разработана структура системы. Осуществлён подбор необходимых законодательных, нормативных, руководящих и рекомендательных документов, литературы, методик, находящихся в свободном доступе, информационных систем по вопросам экологии и источников в сети интернет.

Для реализации системы выбрана среда разработки программного обеспечения Visual FoxPro 9.0 – объектно-ориентированная система управления базами данных (БД), включающая язык программирования.

Результаты и обсуждение. Проблемы развития сельскохозяйственного производства и состояния окружающей среды взаимосвязаны. Воздействие агропредприятий на окружающую среду имеет сложный характер и в основном обусловлено распределённой миграцией различных биогенных элементов, используемых и образующихся во время производственного процесса. Проведение экологической оценки, с учётом большого объёма необходимой информации и источников её поступления, довольно сложная задача, без решения которой невозможно принять эффективное решение. Решение её упрощается с использованием цифровой платформы, в которой интегрирована и взаимосвязана вся необходимая информация и алгоритмы работы с ней. Использование таких решений позволит повысить оперативность принятия управленческих решений и будет способствовать устойчивому развитию агроэкосистемы при котором нагрузка от развиваемого производства не превысит её несущую способность [12].

Для формирования структуры формируемой системы было проанализировано воздействие сельскохозяйственных технологий на окружающую среду. Результаты представлены на рисунке 1, где представлены компоненты окружающей среды, виды оказываемых воздействий и их прямые и косвенные последствия.



Рисунок 1 – Структура воздействия сельскохозяйственных технологий
Figure 1 – The structure of the impact of agricultural technologies

Данные виды воздействия подлежат нормированию и на этой основе осуществлено формирование структуры базы, содержащей нормативно-законодательную документацию, работа с которой одна из важных функций создаваемой системы.

Для формирования структуры базы нормативно-законодательной документации информационной системы нами были рассмотрены различные виды законодательной, нормативной и рекомендательной документации, а также рассмотрены методики, сетевые

и литературные источники по вопросам экологии, затрагивающим аграрное производство. На основании этого предложена иерархическая структура формируемой базы, представленная на рисунке 2 [12]. В соответствии с данной структурой была сформирована база исходной информации, и выстроена связь между разделами формируемой системы.

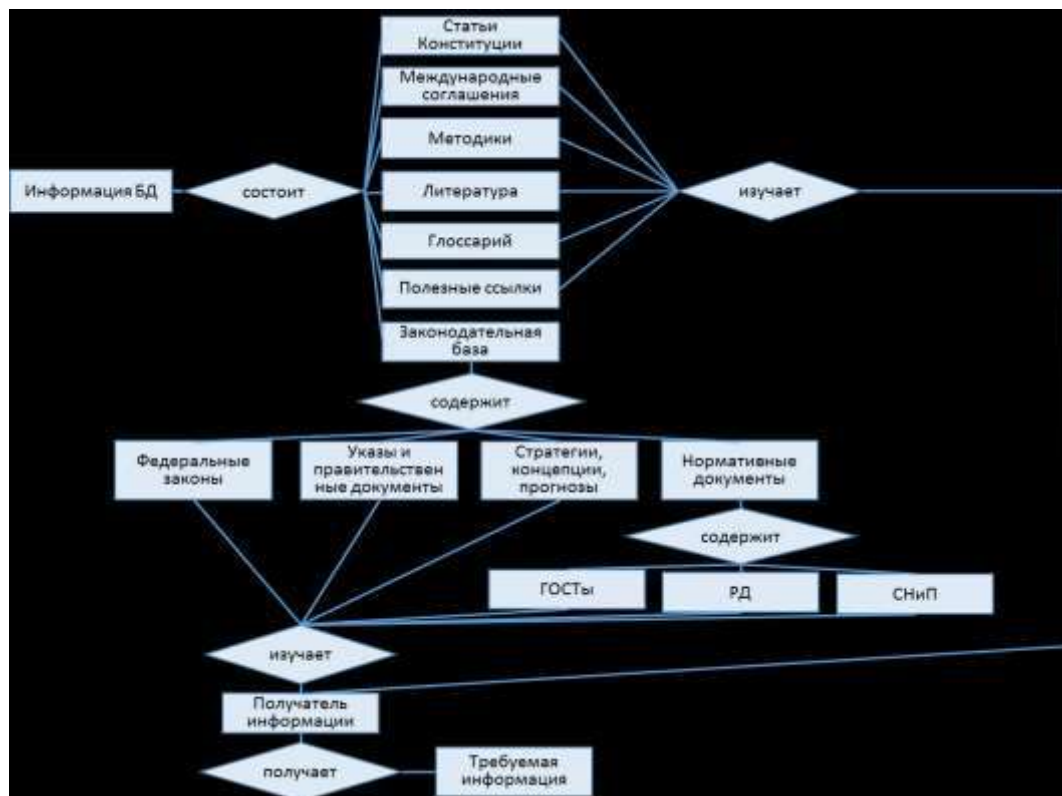


Рисунок 2 – Схема иерархической структуры формируемой системы
Figure 2 – The hierarchical structure of the system under development

Главным источником права в Российской Федерации является Конституция, в ней закреплены основные постулаты, в том числе и экологического права. Её положения являются приоритетными к остальному законодательству в случае наличия разночтений. Все иные нормативные документы конкретизируют её положения. Поэтому в системе, представлены статьи Конституции, отражающие основные элементы природоохранного права.

Инициаторами и разработчиками права в сфере экологии выступают министерства, ведомства и муниципалитеты. Законы принимаются как на федеральном уровне, так и субъектами федерации [14].

Законами определяются полномочия органов в сфере охраны окружающей среды; пределы добычи природных ресурсов, платежи и надзор за их использованием; устанавливаются требования по защите природы; определяется порядок взысканий за нарушения и многое другое. Исходя из всего этого, сформированы соответствующие разделы, имеющие свою многоуровневую структуру в зависимости от вида объектов применения, а также деятельности и последствий влияния на окружающую среду.

Помимо российского законодательства представлен раздел с ратифицированными международными договорами, которые имеют приоритет над иными законами.

Предусмотрены также разделы, содержащие методические материалы, литературу по вопросам экологии сельском хозяйстве. На основании терминов, применённых в законодательстве, сформирован глоссарий, имеется раздел с полезными ссылками на интернет ресурсы по данной тематике.

Переход к материалам, находящимся в базах системы, предусмотрен непосредственно со стартовой страницы, отображающей её многоуровневую структуру по имеющейся информации (рисунок 3).



Рисунок 3 – Стартовая страница системы
Figure 3 – Home page of the system

Поиск материалов, с возможностью их дальнейшей выгрузки в приложение EXEL, может осуществляться с помощью меню, отражающего структуру базы, а также по ключевым словам и их сочетаниям в соответствии с разработанным алгоритмом, представленным на рисунке 4.

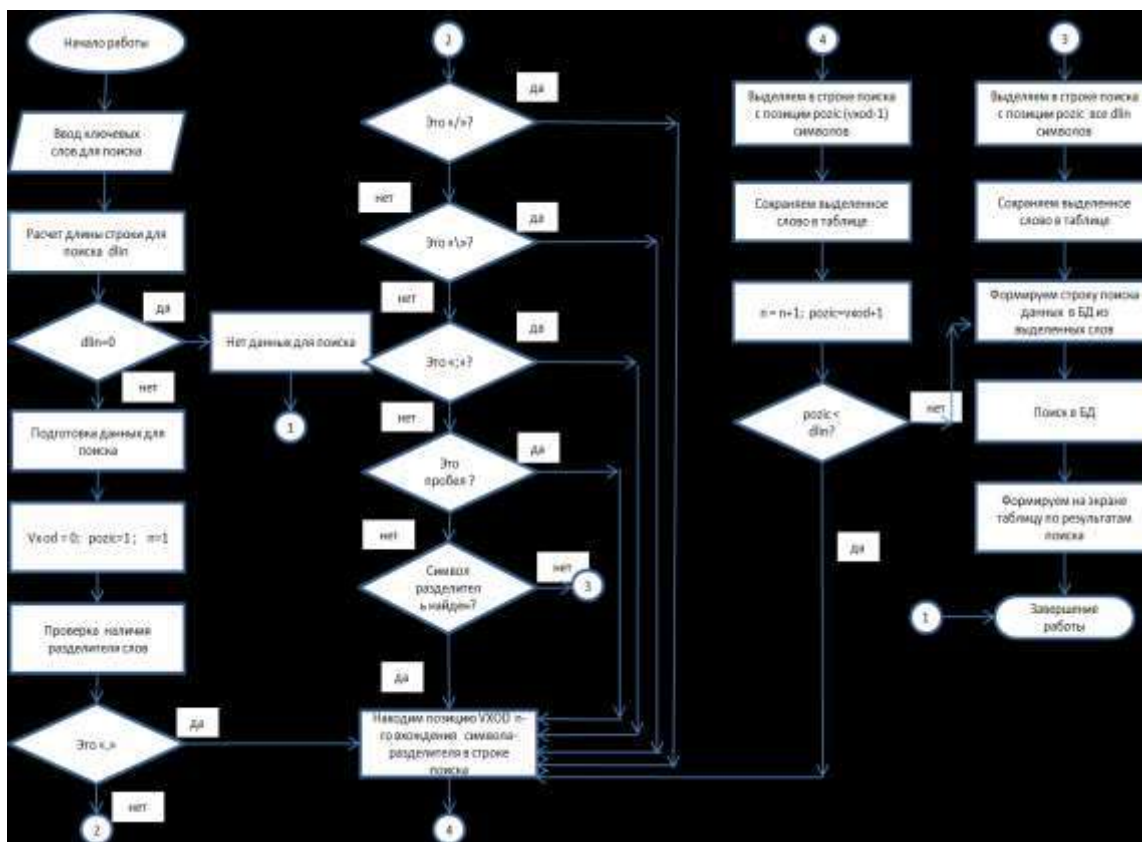


Рисунок 4 – Блок-схема алгоритма поиска по всем базам системы
Figure 4 – Block diagram of the searching algorithm through all databases of the system

Раздел методики содержит материалы по оценке и прогнозированию экологического состояния агроэкосистем. Помимо представления методических материалов, через данный раздел обеспечен переход к расчётным блокам ИАПП. Окна перехода представлены на рисунке 5, где дан пример перехода к расчёту диффузной нагрузки от сельскохозяйственных предприятий на водные объекты.

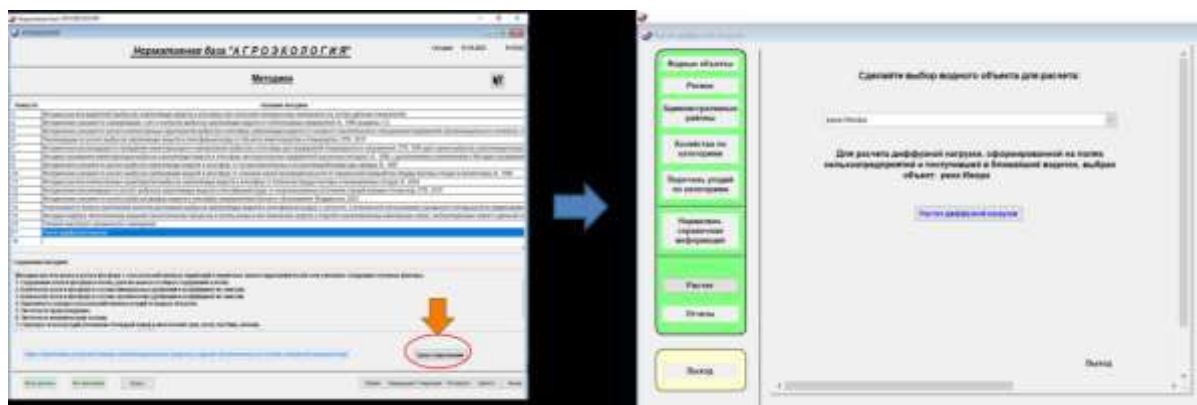


Рисунок 5 – Пример перехода из раздела методик к расчётным блокам
Figure 5 – An example of transition from the methods section to the calculation blocks

При переходе возможно введение своих данных, проведение расчётов в соответствии с выбранной методикой и вывод рассчитанных данных. Вывод результатов расчёта по диффузной нагрузке, в качестве примера, представлен на рисунке 6.

год	наим_вс	наим_г	наим_хоз	код	площ	мг/га	мин_уд	орг_уд	расст_в	тип_п
2022	река Ижора	Тосненский муницип. ИП "Иванс"	1		311.000	100.00	6.00	25.00	150.00	Дернов
2022	река Ижора	Тосненский муницип. ООО "Соф-25"	25		100.000	25.00	5.00	26.00	500.00	Дернов
2022	река Ижора	Тосненский муницип. ООО "Соф-27"	27		100.000	50.00	9.00	29.00	700.00	Дернов
2022	река Ижора	Тосненский муницип. ООО "Соф-30"	30		100.000	60.00	10.00	25.00	2500.00	Дернов

L_азот	L_фосф	K1_азот	K1_фосф	K2_азот	K2_фосф	K3_азот	K3_фосф	K4_азот
0.303	0.019	0.0052	0.00029	0.3	0.03	0.3	0.03	0.3
0.134	0.008	0.0052	0.00029	0.3	0.03	0.3	0.03	0.3
0.009	0.000	0.0052	0.00029	0.3	0.03	0.3	0.03	0.3
0.009	0.000	0.0052	0.00029	0.3	0.03	0.3	0.03	0.3

Рисунок 6 – Вывод результатов расчёта диффузной нагрузки
Figure 6 – Output of diffuse load calculation results

Актуальность разработки информационных систем по вопросам экологии усиливается в связи с интенсификацией и переходом к индустриальным методам в агропроизводстве. Возрастает роль методов по оценке данного воздействия и на их основе различных решений по управлению им. Так в работе [12] рассмотрены основные подходы экологической оценки природной среды и устойчивости природных систем к изменяющимся пара-

метрам естественного и антропогенного режимов. В работах [1, 6, 11] дан анализ воздействия сельскохозяйственного производства и определены основные пути по управлению экологической безопасностью агроэкосистем.

С учётом того большого объема информации, который необходим для адекватной оценки состояния агроэкосистем в целях принятия эффективных управленческих решений, приоритетным направлением становится создание соответствующих цифровых систем.

Авторы работ [2-11], посвящённых цифровым системам, подчеркивают актуальность и важность таких разработок, в том числе в сельскохозяйственном секторе для улучшения его экологического контроля и выработки стратегий по его развитию.

В работе [7] авторами были выявлены специфические особенности аграрного сектора, определяющие его потребности в информации, очерчена нормативная база и основные группы данных.

В работах [7, 8-10] проведён анализ различных подходов и решений, используемых в информационных системах, в том числе сельскохозяйственного производства. Основы экологического права Российской Федерации были рассмотрены в работе [14].

В данной работе, используя представленные материалы, проведя анализ действующего законодательства и задач, стоящих перед аграрным производством, предложена информационная система, обеспечивающая эффективную работу при планировании развития и во время функционирования сельскохозяйственных предприятий, с учётом экологических требований, действующего законодательства и нормативной базы.

Заключение. Вопросы деградации окружающей среды остро стоят перед человечеством. Они не могут рассматриваться отдельно от вопросов развития общества, что нашло отражение в концепции Устойчивого развития предложенной на конференции в Рио-де-Жанейро. Не смотря на успехи достигнутые за прошедшие годы ситуация в мире остаётся напряжённой.

С внедрением индустриальных методов в сельскохозяйственном производстве отмечается рост его влияния на окружающую среду. Эффективные решения по его снижению могут быть приняты только при проработке большого объема данных. Последние достижения в области цифровых инструментов открывают новые возможности в решении данного вопроса. Создаваемые цифровые платформы позволяют проводить оперативный анализ необходимых данных и тем самым снижают сроки и повышают качество принимаемых решений. Принимаемые решения должны опираться на нормативно-законодательную и современную методическую базу. Актуальным является создание соответствующих цифровых систем. Предложена разработанная информационно-аналитическая система. Функционал системы позволяет оперативно находить необходимые материалы, методики и нормативы при экологической оценке сельскохозяйственных предприятий, планированию работ по их развитию с учётом экологических требований и соответственно проводить необходимые расчёты по экологической оценке.

Для реализации системы выбрана среда разработки программного обеспечения Visual FoxPro 9.0, включающего объектно-ориентированную СУБД и язык программирования. В настоящее время в базе находится более 600 документов. Осуществлена её государственная регистрация, на что получено свидетельство № 2023621601 от 19.05.2023.

Conclusions. Environmental degradation issues are acute for humanity. They cannot be considered separately from the development of society, which is reflected in the concept of Sustainable Development proposed at the conference in Rio de Janeiro. Despite the successes achieved over the past years, the situation in the world remains tense.

With the introduction of industrial methods in agricultural production, there is an increase in its impact on the environment. Effective decisions to reduce it can only be made by processing a large amount of data. Recent advances in digital tools are opening up new opportunities to address this issue. The created digital platforms make it possible to carry out operational analysis of the necessary data, thereby reducing the time and improving the quality of decision-making. Decisions should be based on a regulatory and legislative and modern methodological framework. The creation of appropriate digital systems is relevant. A developed information and analytical system is proposed. The functionality of the system allows you to quickly find the necessary materials, methods and standards for the environmental assessment of agricultural enterprises, planning work on their development taking into account environmental requirements and, accordingly, carry out the necessary calculations for environmental assessment.

To implement the system, the Visual FoxPro 9.0 software development environment, which includes an object-oriented DBMS and a programming language, was chosen. Currently, there are more than 600 documents in the database. Its state registration was carried out, for which certificate No. 2023621601 dated 05/19/2023 was received.

Библиографический список

1. Камиллов М. К., Камилова П. Д., Камилова З. М. Экологические проблемы в сельском хозяйстве, как следствие интенсификации развития агропромышленного комплекса России. Региональные проблемы преобразования экономики. 2017. № 1. С. 11-20.
2. Кешелава А. В., Буданов В. Г., Румянцев В. Ю. и др. Введение в «Цифровую» экономику. М.: ВНИИ-Геосистем, 2017. 28 с.
3. Ерешко Ф. И. Меденников В. И. Формирование цифровой платформы АПК. Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: труды 1-й Международной конференции. М.: ИПМ им. М. В. Келдыша, 2018. С. 65-73.
4. Потанин В. Г., Алейников А. Ф. Информационные технологии, системы и приборы в агропромышленном комплексе. Становление и перспективы геоинформационных систем в сельском хозяйстве. Вычислительные технологии. 2016. Т. 21. С. 82-93.
5. Алексеева С. А., Баранова С. В. Цифровая трансформация отраслей агропромышленного комплекса России. Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2022. № 2 (84). С. 12-19.
6. Папушин Э. А., Васильев Э. В., Шалавина Е. В., Матейчик С. Н. Интеллектуальные аналитические программные платформы для сельскохозяйственного производства. АгроЭкоИнженерия. 2022. № 1 (110). С. 52-65.
7. Bychkova S. M., Zhidkova E. A., Eliashev D. V. Informational support as an element of state control of agriculture. Foods and Raw Materials. 2018. V. 6. N. 2. Pp. 467-473.
8. Системы информационного обеспечения для анализа и прогнозирования в сельском хозяйстве. Научные труды ВИАПИ имени А. А. Никонова. М.: ВИАПИ имени А. А. Никонова, 2019. Выпуск 50. 120 с.
9. Мишуров Н. П., Кондратьева О. В., Гольяпин В. Я., Федоренко В. Ф., Федоров А. Д., Слинько О. В., Войтюк В. А., Моторин О. А., Труфляк Е. В., Алексеева С. А. Зарубежный опыт цифровизации сельского хозяйства: аналит. обзор. М.: «Росинформагротех», 2022. 224 с.
10. Федоров С. В., Уколов И. В., Лукин А. А. и др. Проектирование и реализация интерактивной специализированной информационно-справочной системы. Наука и образование. 2020. Т. 3. № 2. С. 3.
11. Абалуев Р. Н., Картечина Н. В., Завражнов А. А., Ланцев В. Ю., Якушев А. В., Горшенин В. И. Разработка и реализация специализированной нормативно-справочной базы данных (БД) «посевная техника для пропашных и овощных культур». Вестник Алтайского государственного аграрного университета 2021. № 12 (206). С. 94-100.
12. Брюханов А. Ю., Попов В. Д., Васильев Э. В., Папушин Э. А. Концепция управления экологической безопасностью агроэкосистем. АгроЭкоИнженерия. 2022. № 4 (113). С. 4-18.
13. Васильев Э. В., Максимов Д. А., Папушин Э. А., Матейчик С. Н. Информационная система нормативно-законодательной документации в области охраны окружающей среды для сельскохозяйственного производства. АгроЭкоИнженерия. 2023. № 1 (114). С. 4-14.
14. Боровинская И. В. Экологическое право (общие положения правового регулирования). М.: Проспект, 2022. 160 с.

References

1. Kamilov M. K., Kamilova P. D., Kamilova Z. M. Ecological Problems in Agriculture, as a Consequence of the Intensification of the Development of the Agro-Industrial Complex of Russia. Regional Problems of Economic Transformation. 2017. № 1. Pp. 11-20.
2. Keshelava A. V., Budanov V. G., Rumyantsev V. Yu., et al. Introduction to the Digital Economy. Moscow: VNIIGeosystem Publ., 2017. 28 p.
3. Ereshko F. I., Medennikov V. I. Formation of the Digital Platform of the Agro-Industrial Complex. Designing the future. Problems of Digital Reality: Proceedings of the 1st International Conference. Moscow, Keldysh Institute of Applied Mathematics, 2018. Pp. 65-73.
4. Potanin V. G., Aleinikov A. F. Information Technologies, Systems and Devices in the Agroindustrial Complex. Formation and Prospects of Geographic Information Systems in Agriculture. Computational Technologies. 2016. V. 21. Pp. 82-93.
5. Alekseeva S. A., Baranova S. V. Digital Transformation of the Agro-Industrial Complex of Russia. Economics, Labor, Management in Agriculture. 2022. № 2 (84). Pp. 12-19.
6. Papushin E. A., Vasilyev E. V., Shalavina E. V., Mateychik S. N. Intellectual Analytical Software Platforms for Agricultural Production. AgroEcoEngineering. 2022. № 1 (110). Pp. 52-65.
7. Bychkova S. M., Zhidkova E. A., Eliashev D. V. Informational support as an element of state control of agriculture. Foods and Raw Materials. 2018. V. 6. N. 2. Pp. 467-473.
8. Information support systems for analysis and forecasting in agriculture. Scientific Works of VIAP named after A. A. Nikonov. Moscow, VIAP named after A. A. Nikonov, 2019. Issue 50. 120 p.
9. Mishurov N. P., Kondratyeva O. V., Golyapin V. Ya., Fedorenko V. F., Fedorov A. D., Slinko O. V., Voytyuk V. A., Motorin O. A., Truflyak E. V., Alekseeva S. A. Foreign Experience of Digitalization of Agriculture: Analyt. review. Moscow, Rosinformagrotech Publ., 2022. 224 p.
10. Fedorov S. V., Ukolov I. V., Lukin A. A., et al. Designing and Implementing an Interactive Specialized Information and Reference System. Science and Education. 2020. V. 3. № 2. Pp. 3.
11. Abaluev R. N., Kartechina N. V., Zavrazhnov A. A., Lantsev V. Yu., Yakushev A. V., Gorshenin V. I. Development and Implementation of a Specialized Reference Database (DB) "Sowing Equipment for Row and Vegetable Crops". Bulletin of Altai State Agrarian University 2021. № 12 (206). Pp. 94-100.

12. Bryukhanov A. Yu., Popov V. D., Vasilyev E. V., Papushin E. A. The concept of management of ecological safety of agroecosystems. *AgroEcoEngineering*. 2022. № 4 (113). Pp. 4-18.

13. Vasilyev E. V., Maksimov D. A., Papushin E. A., Mateychik S. N. Information System of Regulatory and Legislative Documentation in the Field of Environmental Protection for Agricultural Production. *AgroEcoEngineering*. 2023. № 1 (114). Pp. 4-14.

14. Borovinskaya I. V. *Environmental Law (General Provisions of Legal Regulation)*. Moscow, Prospekt Publ., 2022. 160 p.

Информация об авторах

Максимов Дмитрий Анатольевич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела анализа и прогнозирования экологической устойчивости агроэкосистем Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (Российская Федерация, 196634, Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Филтровское ш., д. 3), e-mail: maximov@sznii.ru

Брюханов Александр Юрьевич, доктор технических наук, профессор РАН, член-корреспондент РАН, директор Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (Российская Федерация, 196634, Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Филтровское ш., д. 3), e-mail: sznii@yandex.ru

Васильев Эдуард Вадимович, кандидат технических наук, заведующий отделом анализа и прогнозирования экологической устойчивости агроэкосистем Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (Российская Федерация, 196634, Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Филтровское ш., д. 3), e-mail: sznii6@yandex.ru

Папушин Эдуард Александрович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела анализа и прогнозирования экологической устойчивости агроэкосистем Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (Российская Федерация, 196634, Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Филтровское ш., д. 3), e-mail: papushinea@yandex.ru

Матейчик Светлана Николаевна, инженер-программист отдела анализа и прогнозирования экологической устойчивости агроэкосистем Института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства (ИАЭП) – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (Российская Федерация, 196634, Санкт-Петербург, пос. Тярлево, Филтровское ш., д. 3), e-mail: cet_nord@yahoo.com

Author's Information

Maksimov Dmitry Anatolievich, Candidate of Engineering Sciences, leading researcher, Department of Analysis and Forecasting of Environmental Sustainability of Agroecosystems, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production (IEEP) – branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, (Russian Federation, 196634, Saint Petersburg, Tiarlevo, Filtrovskoye Shosse, 3), e-mail: maximov@sznii.ru

Briukhanov Aleksandr Yurievich, Doctor of Engineering Sciences, Professor of RAS, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production (IEEP) – branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM (Russian Federation, 196634, Saint Petersburg, Tiarlevo, Filtrovskoye Shosse, 3), e-mail: sznii@yandex.ru

Vasilev Eduard Vadimovich, Candidate of Engineering Sciences, leading researcher, Department of Analysis and Forecasting of Environmental Sustainability of Agroecosystems, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production (IEEP) – branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM (Russian Federation, 196634, Saint Petersburg, Tiarlevo, Filtrovskoye Shosse, 3), e-mail: sznii6@yandex.ru

Papushin Eduard Alexandrovich, Candidate of Engineering Sciences, leading researcher, Department of Analysis and Forecasting of Environmental Sustainability of Agroecosystems, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production (IEEP) – branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, (Russian Federation, 196634, Saint Petersburg, Tiarlevo, Filtrovskoye Shosse, 3), e-mail: papushinea@yandex.ru

Mateichik Svetlana Nickolaevna, software development engineer, Department of Analysis and Forecasting of Environmental Sustainability of Agroecosystems, Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production (IEEP) – branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM, (Russian Federation, 196634, Saint Petersburg, Tiarlevo, Filtrovskoye Shosse, 3), e-mail: cet_nord@yahoo.com

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-39

RESULTS OF STUDIES OF THE EFFECT OF ELECTROPHYSICAL ACTION ON THE SOWING QUALITIES OF SEEDS OF TREE SPECIES

¹Ivushkin D. S., ¹Feklistov A. S., ¹Petrukhin V. A., ¹Volobuev S. V., ¹Prokofiev P.V., ²Yudaev I. V.

¹Volgograd State Agrarian University
Volgograd, Russian Federation

²Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin
Krasnodar, Russian Federation

Corresponding author E-mail: ivushkinds@yandex.ru

Received 20.10.2023

Submitted 05.12.2023

Abstract

Introduction. Over the past ten years, there has been a deterioration in the state of recreational planting, urban ecosystems, protective forests and forest-agrarian landscapes, which leads to a violation of the ecological balance in the vast territories of the country. At the same time, the degradation of the soil cover (water regime) is observed, natural ecological systems are being destroyed due to climate change, and there is a danger of extinction of many animal species. Replenishment of the assortment of trees and shrubs is of