

УДК 631.81

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство  
(сельскохозяйственные науки)

**УЧЕТ И АНАЛИЗ ДАННЫХ КНИГИ  
ИСТОРИИ ПОЛЕЙ СЕВОБОРОТОВ С  
ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ХРАНЕНИЯ И  
ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ<sup>1</sup>**

Ткаченко Василий Владимирович  
к.э.н., доцент  
РИНЦ SPIN-код: 6878-2800  
tkachenkovasso@yandex.ru

Василенко Андрей Игоревич  
магистрант  
РИНЦ SPIN-код: 6441-5869  
vasilenkoa0101@gmail.com

Милега Юрий Александрович  
магистрант  
dezak@bk.ru  
*Кубанский государственный аграрный  
университет им. И.Т. Трубилина, Россия, 350044,  
Краснодар, Калинина ул., 13*

Проблемы автоматизированного управления технологическими процессами растениеводства и задачи поддержки принятия управленческих решений на каждом из этапов производственного цикла, приобрели еще большую актуальность ввиду процессов трансформации, глобализации и цифровизации экономики, носящих в последнее время массовый характер [4]. Не исключением является и аграрный сектор экономики Российской Федерации, потому что сельскохозяйственная продукция, особенно растениеводства, имеет стратегическое значение и является основой продовольственной безопасности нашей страны. В данном научном проекте были исследованы проблемы предприятий агропромышленного комплекса Краснодарского края, в частности, в области процессов управления, его информационного и программного обеспечения. На этом этапе было определено, что проводимые меры по увеличению производительности труда на предприятиях АПК Краснодарского края и автоматизация технологических процессов в растениеводстве не имели комплексного характера, следовательно, незначительно влияли на эффективность отрасли. Исследование рынка ИТ-услуг и программного обеспечения позволило сделать обоснованный вывод о том, что процессы поддержки принятия решений в управлении растениеводством, особенно вопросы, касающиеся обоснованного выбора технологии возделывания сельскохозяйственной культуры, рационализации системы

UDC 631.81

General agriculture and plants growing (agricultural sciences)

**ACCOUNTING AND ANALYSIS DATA OF THE  
BOOK OF THE FIELDS OF CROP CIRCLES  
HISTORY USING THE TECHNOLOGIES OF  
AUTOMATED STORAGE AND INFORMATION  
PROCESSING**

Tkachenko Vasily Vladimirovich  
Cand.Econ.Sci., assistant professor  
RSCI SPIN-code: 6878-2800  
tkachenkovasso@yandex.ru

Vasilenko Andrei Igorevich  
master's degree student  
RSCI SPIN-code: 6441-5869  
vasilenkoa0101@gmail.com

Milega Yuri Aleksandrovich  
master's degree student  
dezak@bk.ru  
*Kuban State Agrarian University named after I.T.  
Trubilina, Russia, Krasnodar, Kalinina str., 13*

The problems of automated control of the technological processes of crop production and the tasks of supporting the adoption of managerial decisions at each stage of the production cycle have become even more urgent in view of the processes of transformation, globalization and digitalization of the economy, which have recently become widespread. The agricultural sector of the economy of the Russian Federation is no exception, because agricultural products, especially crop production, are of strategic importance and are the basis of food security in our country. In this scientific project, the problems of agricultural enterprises of the Krasnodar region, in particular, in the field of management processes, its information and software, were investigated. At this stage, it was determined that the measures taken to increase labor productivity at the agricultural enterprises of the Krasnodar region and the automation of technological processes in crop production were not complex, therefore, they had a slight effect on the efficiency of the industry. Studying the IT services and software market made it possible to draw a well-founded conclusion that decision-making support processes in crop management, especially issues related to the justified choice of crop cultivation technology, rationalization of a crop rotation system, analysis of a history book of crop rotation fields, calculation of dosages of organic fertilizers for a deficit-free balance of humus, are not covered by the funds of software systems offered on the market. As a result, the demand for industrial analytical systems and, in

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-37-00148

севооборотов хозяйства, анализа книги истории полей севооборотов, расчета дозировок органических удобрений для бездефицитного баланса гумуса, не покрываемых за счет средств программных комплексов предложенных на рынке. В результате на рынке программного обеспечения формируется спрос на промышленные аналитические системы и, в частности, системы комплексной автоматизации управления технологическими процессами растениеводства для предприятий АПК. Поэтому разработка и внедрение компьютерной системы поддержки принятия решений в управлении технологическими процессами растениеводства, базирующейся на математических моделях анализа и оценки экономической эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур, моделях рационализации севооборота, моделях анализа данных книги истории полей севооборота, модели оптимального подбора средств защиты растений и удобрений приобрело весьма актуальный характер. Данные исследования можно считать приоритетными и высоко востребованными, так как непосредственно связаны с одним из фундаментальных направлений современного развития сельскохозяйственного производства - изучением проблем разработки и внедрения комплексной автоматизированной информационной системы управления растениеводством. Статья посвящена теоретическому обоснованию и целесообразности практической реализации программного модуля учета и анализа данных электронной книги истории полей севооборотов, входящего в состав разрабатываемой автоматизированной информационной системы управления растениеводством

Ключевые слова: СЕВООБОРОТ, КНИГА ИСТОРИИ ПОЛЕЙ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОПЕРАЦИЯ, РАСТЕНИЕВОДСТВО, УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС, БАЗА ДАННЫХ, СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-157-028>

particular, integrated automation systems for managing crop production processes for agricultural enterprises is forming in the software market. Therefore, the development and implementation of a computer decision support system for managing crop production processes, based on mathematical models for analyzing and evaluating the economic efficiency of crop cultivation technologies, crop rotation rationalization models, data analysis models for crop rotation field history books, models of optimal selection of crop protection products plants and fertilizers has become very relevant. These studies can be considered priority and highly demanded, as they are directly related to one of the fundamental directions of the modern development of agricultural production - the study of the problems of development and implementation of an integrated automated information system for crop management. The article is devoted to the theoretical justification and feasibility of the practical implementation of the software module for accounting and analysis of data from the e-book of the history of crop rotation fields, which is part of the developed automated crop management information system

Keywords: CROP ROTATION, BOOK OF HISTORY OF FIELDS, TECHNOLOGICAL OPERATION, PLANT CROPS, MANAGEMENT DECISIONS, SOFTWARE COMPLEX, DATABASE, DECISION SUPPORT SYSTEM

Несмотря на значительное количество исследований по управлению растениеводством в АПК, практически малоизученными остаются вопросы применения математических моделей, методов и средств информационного обеспечения для анализа и оценки экономической эффективности технологических процессов в растениеводстве (оптимизация севооборота, обоснованный выбор технологии, рациональное применение средств защиты растений и удобрений, анализ данных книги истории полей севооборо-

та). Поэтому задача их создания обладает научной новизной, а наличие авторского аппарата и метода оценки технологий возделывания сельскохозяйственных культур и опыт разработки программных продуктов являются обоснованием достижимости решения поставленной задачи и возможности получения запланированных результатов.

Целью исследования является совершенствование математических моделей и методов управления технологическими процессами на предприятиях АПК путем разработки и внедрения комплексной автоматизированной информационной системы управления растениеводством.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

Задача 1. Исследовать теоретические и методологические аспекты организации управления технологическими процессами растениеводства в агропромышленном предприятии;

Задача 2. Разработать архитектуру программного комплекса и алгоритм его функционирования, а также осуществить программную реализацию, представленную рядом программных модулей:

- модуль рационализации системы севооборотов хозяйства;
- модуль составления и автоматизированного расчета технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур;
- модуль анализа и оценки экономической эффективности альтернативных технологий возделывания сельскохозяйственных культур;
- модуль автоматизированной обработки и хранения электронной книги истории полей севооборотов.

Задача 3. Произвести апробацию разработанных подходов, программных модулей и инструментов эффективного управления технологическими процессами на предприятиях АПК.

Исследования в проекте базируются на ряде общенаучных и специальных методов: методы экспертных оценок для оценки качества альтернативных технологий, методы математического программирования и мно-

гокритериальной оптимизации для задачи анализа и выбора эффективной технологии, методы математической статистики, теоретико-множественные методы и графические для проведения анализа выбранной технологии по экономическим показателям, а наличие авторского аппарата и метода проведения сравнительного анализа альтернатив и их математического моделирования являются обоснованием достижимости решения поставленной задачи и возможности получения запланированных результатов. Разрабатываемая комплексная автоматизированная информационная система поддержки принятия решений в управлении технологическими процессами растениеводства имеет модульную структуру.

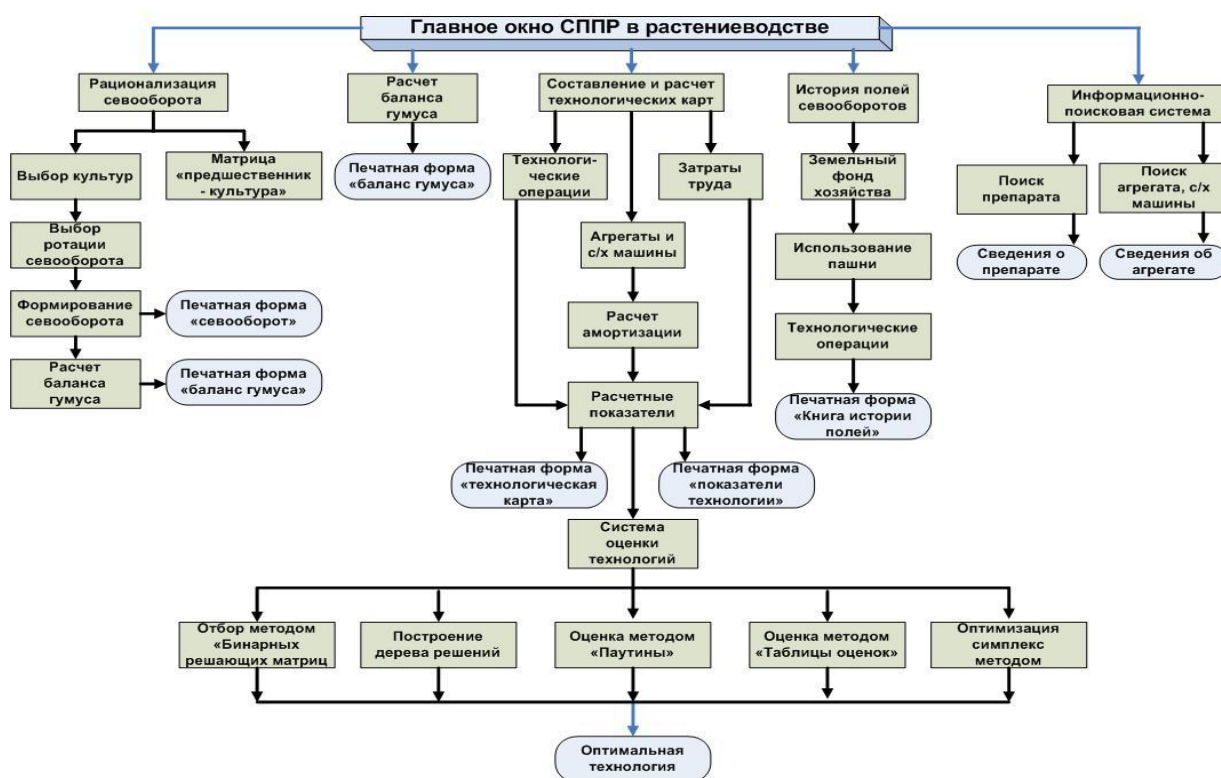


Рисунок 1 – Архитектура комплексной АИС управления растениеводством

Программный комплекс позволит специалистам предприятий АПК решать ряд важнейших управленческих задач, предоставляя своим пользователям следующий функционал:

1. Модуль планирования и контроля выполнения технологических операций на полях, с детализацией распределения техники, сотрудников,

ресурсов и осуществления расчета необходимых закупок ГСМ, средств защиты растений, семян и удобрений. База данных шаблонов технологических карт для всех основных культур поможет спланировать сезонные работы, для этого необходимо указать культуру, после чего система автоматически создаст план работ и рассчитает примерную потребность в расходных материалах. Помимо этого, модуль ведет учет выполненных работ в течение сезона и сравнивает план с фактом. Данный модуль позволит также осуществлять мониторинг сельхозтехники, предоставляя возможность контроля передвижения техники и выполнения операций на полях, производить автоматический расчет обработанной площади. Имеется гибкая возможность адаптации модуля к разным системам слежения: ГЛОНАСС, Автограф, Wialon, Fort Monitor и др.

2. Модуль анализа и оценки экономической эффективности альтернативных технологий возделывания сельскохозяйственных культур позволит сравнивать запланированные показатели с фактическими результатами их выполнения, позволит осуществлять обоснованный выбор технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

3. Модуль автоматизированной обработки и хранения электронной книги истории полей севооборотов предоставит возможность пользователям АИС хранить планы работ по полям за разные годы, информацию по возделываемым культурам и агрономической информации о полях, загружать результаты анализа почвы, карт плодородия, карт урожайности, формировать карты дифференцированного внесения удобрений. Также модуль позволит осуществлять загрузку, отображение и обработку полевых осмотров, построение карт осмотров, анализ эффективности применения химикатов и распространения сорняков и вредителей.

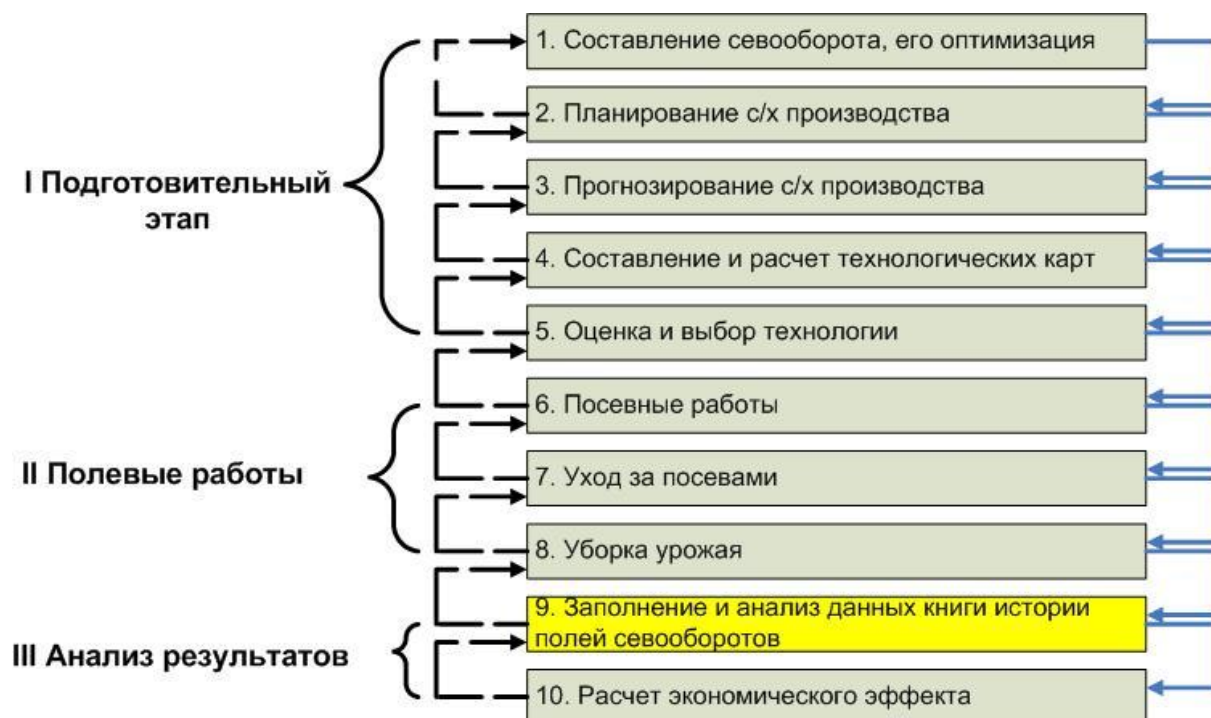


Рисунок 2 – Взаимосвязь модулей в структуре комплексной АИС

В идеале книга истории полей севооборотов является неотъемлемой частью обязательной агропроизводственной документации и должна быть в каждом хозяйстве, где осуществляется производство продукции растениеводства. Как правило, исторически она ведется на основании книги регистрации севооборотов, которая в свою очередь прилагается к проекту внутрихозяйственного землеустройства. В книге отражается история каждого поля севооборота и технология возделываемых на нем культур.

Работа с модулем учета и анализа данных электронной книги истории полей начинается с процесса ввода сведений о площади одного поля и всего севооборота, количестве и площади участков, из которых может состоять поле в севообороте, краткой характеристики рельефа поля и ввода координат его границ.

На рисунке 3 представлена экранная веб-форма для формирования структуры полей в севообороте.

| # | Название | Участки  | Общая площадь | Описание |
|---|----------|--|---------------|----------|
| 1 | поле 1   | • 1/1.1: 132.60 га;<br>• 1/1.2: 32.70 га;  | 165.3         |          |
| 2 | поле 2   | • 1/2: 149.70 га;  | 149.7         |          |
| 3 | поле 3   | • 1/3: 150.90 га;  | 150.9         |          |
| 4 | поле 4   | • 1/4: 159.30 га;  | 159.3         |          |
| 5 | поле 5   | • 1/5: 163.40 га;  | 163.4         |          |
| 6 | поле 6   | • 1/6: 155.20 га;  | 155.2         |          |
| 7 | поле 7   | • 1/7.1: 143.40 га;<br>• 1/7.2: 28.00 га;  | 171.4         |          |
| 8 | поле 8   | • 1/8.1: 76.70 га;<br>• 1/8.2: 64.50 га;<br>• 1/8.3: 2.50 га;<br>• 1/8.4: 5.40 га; | 149.1         |          |

Рисунок 3 – Структура полей в севообороте (участки поля и площадь)

Далее пользователю необходимо заполнить сведения о текущих севооборотах хозяйства, указать их тип, вид, создать схему чередования культур в севообороте. Система позволяет так же создавать переходные и ротационные таблицы. На рисунке 4 показана веб-форма с информацией о восьмипольном севообороте с переходным периодом.

| поле   | История полей |      |      |      |      |      |      |      | Переходный период |      |      |      |    |      |
|--------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------|------|------|------|----|------|
|        | 2012          | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020              | 2021 | 2022 | 2023 |    | 2024 |
| поле 1 | ОП            | П    | ОП   | С    | ОП   | С    | ОП   | П    | ОП                | Л1   | Л2   | Л3   | ОП |      |
| поле 2 | КС            | ОЯ   | П    | ОЯ   | КЗ   | ОЯ   | Г    | ОП   | П                 | ОП   | Л1   | Л2   | Л3 |      |
| поле 3 | С             | ОП   | КС   | ОП   | П    | ОП   | КЗ   | ОП   | ОР                | ОП   | П    | ОП   | Л1 |      |
| поле 4 | П             | ОП   | С    | ОП   | Г    | ОП   | П    | ОП   | Л1                | Л2   | Л3   | ОП   | ОР |      |
| поле 5 | ОП            | Л    | Л    | Л    | ОП   | П    | ОП   | С    | ОП                | ОП   | ОР   | ОП   | П  |      |
| поле 6 | КС            | ОП   | П    | ОЯ   | С    | ОП   | КЗ   | С    | ОП                | П    | ОП   | Л1   | Л2 |      |
| поле 7 | С             | ОП   | КЗ   | ОЯ   | П    | ОЯ   | ОР   | ОП   | ОЯ                | ОР   | ОП   | П    | ОП |      |
| поле 8 | ОЯ            | КЗ   | ОП   | ОР   | ОЯ   | П    | ОП   | Л1   | Л2                | Л3   | ОП   | ОР   | ОП |      |

Рисунок 4 – Пример таблицы севооборота в модуле комплексной АИС

Модуль информационной системы учета и анализа данных электронной книги истории полей севооборотов позволяет также хранить ин-

формацию о гранулометрическом, химическом и физическом составе поля, мощности его пахотного слоя и содержание в почве подвижных форм калия, фосфора и других питательных веществ. Фиксировать информацию о засоренности полей, основных видах сорных растений, заселенность вредителями и возбудителями болезней сельскохозяйственных культур.

По всем технологическим операциям, проводимых на поле, вносятся записи в базу данных электронной книги истории полей: даты начала и окончания посевных работ, обработки паров – чистых и химических, работы по уходу за растениями, уборки урожая, обработки почвы, внесения удобрений и прочие.

Данные книги используют для составления плана агротехнических мероприятий на следующий год. Книгу передают при смене агронома по акту с осмотром полей и хранят наравне с земельно-учетными документами.

Если рассматривать данную операцию с точки зрения системного подхода, то аккуратное ведение книги в течение продолжительного времени говорит не только о высокой культуре земледелия в выбранном хозяйстве, но позволит передать всю историю работы с каждым земельным участком, а значит, опыт и знания, поскольку в ней собран огромный производственный опыт эффективности отдельных агромероприятий.

Автоматизированная версия книги истории полей севооборотов представляет собой электронную карту полей севооборотов хозяйства и интерактивно связанную с ней базу данных, содержащую всю информацию по основным урожаеобразующим факторам, технологическим операциям, экономическим показателям растениеводства в разрезе каждого отдельного поля, необходимую для контроля эффективности сельскохозяйственного использования земель.



### Выводы:

В отличие от бумажного варианта, компьютерная система дает безусловно большее количество преимуществ своим пользователям и обеспечивает возможность автоматизированной подготовки различной информации для анализа и расчетов: по выносу элементов, планируемому уровню урожая, требуемым дозам удобрений, зонирования урожайности и определяющих ее факторов, получения многофакторных зависимостей урожая, определения экономических показателей растениеводства в разрезе отдельных полей.

Следует особо отметить, что в основе разрабатываемого программного комплекса лежат модели и методики, учитывающие специфику АПК Кубани. Программный продукт, в том числе и модуль учета и анализа данных электронной книги истории полей севооборотов, будет полезен для небольших предприятий АПК, а также станет незаменимым и для крупных агропроизводств.

### Литература

1. Динамика агрофизических свойств черноземных почв при длительном сельскохозяйственном использовании и пути их оптимизации в условиях Краснодарского края / А.С. Найденов, В.П. Василько, Н.И. Бардак, В.Н. Гладков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – №08(142). С. 41 – 56. – IDA [article ID]: 1421808020. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2018/08/pdf/20.pdf>, 1 у.п.л.
2. Долгополова К.В. Приоритетные информационные технологии в сельском хозяйстве / К.В. Долгополова, А.А. Дымчук, Н.А.Ткаченко // Информационное общество: современное состояние и перспективы развития: по материалам VIII Международного форума. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – С.160–162.
3. Кондратенко А.В. Влияние информационных технологий на экономический рост и производительность труда / Кондратенко А.В., Симонян А.А., Великанова Л.О. // В сборнике: Информационное общество: современное состояние и перспективы развития. Сборник материалов IX студенческого международного форума. 2017. С. 108-112.
4. Ткаченко В.В. Разработка специализированного программного комплекса для задачи управления технологическими процессами растениеводства / В.В. Ткаченко, Н.Н. Лытнев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №09(133). С. 923 – 935. – IDA

[article ID]: 1331709070. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/09/pdf/70.pdf>, 0,812 у.п.л.

5. Ткаченко Н.А. Тенденции применения облачных технологий хранения данных в эпоху цифровизации экономики / Н.А. Ткаченко, Д.С. Соломко // «Современная мировая экономика: проблемы и перспективы в эпоху развития цифровых технологий и биотехнологии»: сборник научных статей по итогам работы седьмого международного круглого стола. – М.: Высшая школа MBA IntegraL, 2019. – С.150-154.

### References

1. Dinamika agrofizicheskikh svoystv chernozemnykh pochv pri dlitel'nom sel'skokhozyaystvennom ispol'zovanii i puti ikh optimizatsii v usloviyakh Krasnodarskogo kraya / A.S. Naydenov, V.P. Vasil'ko, N.I. Bardak, V.N. Gladkov // Politematicheskiiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyy zhurnal KubGAU) [Elektronnyy resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2018. – №08(142). S. 41 – 56. – IDA [article ID]: 1421808020. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2018/08/pdf/20.pdf>, 1 u.p.l.

2. Dolgoplova K.V. Prioritetnyye informatsionnyye tekhnologii v sel'skom khozyaystve / K.V. Dolgoplova, A.A. Dymchuk, N.A.Tkachenko // Informatsionnoye obshchestvo: sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya: po materialam VIII Mezhdunarodnogo foruma. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – S.160–162.

3. Kondratenko A.V. Vliyaniye informatsionnykh tekhnologiy na eko-nomicheskiiy rost i proizvoditel'nost' truda / Kondratenko A.V., Simonyan A.A., Velikanova L.O. // V sbornike: Informatsionnoye obshchestvo: sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya. Sbornik materialov IX studencheskogo mezhdunarodnogo foruma. 2017. S. 108-112.

4. Tkachenko V.V. Razrabotka spetsializirovannogo programmnoy kompleksa dlya zadachi upravleniya tekhnologicheskimi protsessami rasteniyevodstva / V.V. Tkachenko, N.N. Lytnev // Politematicheskiiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyy zhurnal KubGAU) [Elektronnyy resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №09(133). S. 923 – 935. – IDA [article ID]: 1331709070. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2017/09/pdf/70.pdf>, 0,812 u.p.l.

5. Tkachenko N.A. Tendentsii primeneniya oblachnykh tekhnologiy khraneniya dannykh v epokhu tsifrovizatsii ekonomiki / N.A. Tkachenko, D.S. Solomko // «Sovremennaya mirovaya ekonomika: problemy i perspektivy v epokhu razvitiya tsifrovyykh tekhnologiy i biotekhnologii»: sbornik nauchnykh statey po itogam raboty sed'mogo mezhdunarodnogo kruglogo stola. – M.: Vysshaya shkola MVA IntegraL, 2019. – S.150-154.