ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ. АГРОИНЖЕНЕРИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-01-32

MODELING AND ANALYSIS OF THE PROCESS OF TOMATO PRODUCTION IN BASIC FARMS OF VOLGOGRAD STATE AGRARIAN UNIVERSITY

E. V. Shiryaeva, O. V. Kochetkova, A. S. Matveev, D. P. Arkov

Volgograd State Agrarian University, Volgograd

Received 14.01.2020

Submitted 05.03.2020

Summary

The article presents the results of modeling and analysis of the business process "To perform tomato production" of the agricultural company with Volgograd State Agricultural University basic farms as example using business modelling methodology and process approach. The formalization of supervised process is done in executable BPMN 2.0 notation. Analysis of the BPMN-designed "As is" models has revealed significant risk of management decisions errors in regards of business process being researched, result of which is directly dependent on qualification of the company's agronomists.

Abstract

Relevance. The practical success of the global digitization of the country's agricultural sector is largely determined by proper versatile analysis of agricultural production's existing technological and business processes. Being part of the functional approach present business processes are formalized in the form of "As there" diagram to identify and further analyze problems and then to model business process charts for "It will be" diagram improvement. Utmost important for the agricultural company's economy is "To produce products and services" business process. It directly determines success of the company and is determined by agricultural production department. Tomatoes have always been a brand product of Volgograd region since Soviet times, and Volgograd tomato breeding sports are in high demand in Russian vegetable market. **Object.** The object of research is the agricultural company's business process "To perform the production of tomatoes". **Materials and methods.** Study of tomato production business processes was carried out in the basic farms of Volgograd State Agricultural University using business modeling methodology and procedural approach method. Formalization of supervised process is made in form of "As is" diagrams with modern BPMN 2.0 notation, which is being an executable notation of BPMS systems and recognized as international standard for business process modeling. **Results and conclusions.** Analysis of BPMN-designed "As is" models has revealed significant risk of management decisions errors regarding "Implementing tomatoes production" business process, which is presented by a sequence of the following sub-processes: production cultivation, harvesting, production sorting, production storing. One of such errors is high risk of making unreasonable management decisions because supervised process results rely directly on company's agronomist qualification whose decisions are consequences of their own experience and intuition and there are no Internet of Things technologies at farms, data collection is carried out mainly by manual or slightly mechanized methods, automated information processing and solution adoption support are both not present at the moment. The lack of automated control during the operations of supervised business process leads to unnecessarily high resources usage (chemicals, fertilizers, fuel, energy, etc.). It also doesn't provide effective pest control, doesn't allow remote monitoring of work quality in terms of technological standards as well as monitoring compliance with certification requirements for agricultural production. Usage of modern digital technologies such as the Internet of Things allows to improve soil fertility through "smart" correction, to save fertilizers, plant protectors, fuel and lubricants; to increase crop cultivation processes control and to prevent its storage losses. In order to improve efficiency of agricultural companies by introducing digital technologies into basic farms of Volgograd SAU, it is necessary to create benchmark digital models of production business processes. This work is currently being carried out by the authors of this article.

Key words: *digital technologies, business processes, BPMN models, tomato production, agricultural enterprises.*

Citation. Shiryaeva E.V., Kochetkova O.V., Matveev A.S., Arkov D.P. Modeling and analysis of the process of tomato production in basic farms of Volgograd state agrarian university. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 1(57). 324-335 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-01-32.

Author's 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 658.512:004.04:635.64(470.45)

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ТОМАТОВ В БАЗОВЫХ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ ВОЛГОГРАДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Е. В. Ширяева, кандидат технических наук, доцент

О. В. Кочеткова, доктор технических наук, профессор

А. С. Матвеев, кандидат физико-математических наук, доцент

Д. П. Арьков, кандидат технических наук, доцент

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 14.01.2020

Дата принятия к печати 05.03.2020

Актуальность. Практический успех глобальной цифровизации аграрного сектора страны во многом определен качественным и многосторонним анализом существующих технологических и бизнес-процессов производства сельскохозяйственной продукции. В рамках процессного подхода в целях совершенствования управления формализуются существующие бизнес-процессы в виде графических диаграмм «Как есть» для выявления проблем, их дальнейшего анализа и последующего моделирования диаграмм бизнес-процесса «Как будет». Наиболее значимым для экономики сельскохозяйственного предприятия является бизнес-процесс «Выполнить производство продукции и услуг», он напрямую определяет успех деятельности предприятия и предопределен отраслью сельскохозяйственного производства. Томаты являются брендовым продуктом Волгоградской области с советских времён, сорта волгоградской селекции томатов пользуются высоким спросом на российском рынке овощей. **Объект.** Объектом исследований является бизнес-процесс «Выполнить производство томатов» сельскохозяйственного предприятия. **Материалы и методы.** Исследование бизнес-процессов производства томатов проводилось в базовых фермерских хозяйствах Волгоградского государственного аграрного университета с использованием методологии бизнес-моделирования и метода процессного подхода. Формализация исследуемого процесса в виде диаграмм «Как есть» выполнена в современной нотации BPMN 2.0, которая является исполняемой нотацией BPMS-систем и признана международным стандартом моделирования бизнес-процессов. **Результаты и выводы.** Анализ разработанных BPMN-моделей «Как есть» выявил значительный риск ошибок в управленческих решениях исследуемого бизнес-процесса «Выполнить производство томатов», который представлен последовательностью следующих подпроцессов: возделывание продукции, уборка урожая, сортировка продукции, хранение продукции. Одной из таких ошибок является высокий риск принятия необоснованных управленческих решений, поскольку результаты исследуемого процесса напрямую зависят от квалификации агронома предприятия, который принимает решения только на основе своего опыта и интуиции, так как на текущий момент в хозяйствах отсутствуют технологии интернета вещей, сбор данных осуществляется преимущественно ручным или механизированным способами, отсутствуют средства автоматизированной обработки информации и поддержки принятия решений. Отсутствие автоматизированного контроля в операциях исследуемого бизнес-процесса приводит к неоправданно высокому использованию ресурсов (химикатов, удобрений, топлива, энергии и пр.); не обеспечивает эффективную борьбу с вредителями; не позволяет дистанционно осуществлять контроль качества выполнения работ за счет соблюдения технологических нормативов, а также контроль за соблюдением сертификационных требований к сельскохозяйственной продукции. Применение современных цифровых технологий, например интернета вещей, позволит обеспечить повышение плодородности почв за счет «умной» коррекции; сэкономить удобрения, средства защиты растений и горюче-смазочные материалы; повысить контролируемость процессов выращивания урожая и предотвратить его потери при хранении. Для повышения эффективности бизнеса сельхозпроизводителей за счет внедрения цифровых технологий в деятельность базовых растениеводческих хозяйств Волгоградского ГАУ необходимо создать эталонные цифровые модели производственных бизнес-процессов. Такая работа выполняется в настоящее время авторами статьи.

Ключевые слова: цифровые технологии, бизнес-процессы, модели BPMN, производство томатов, сельскохозяйственные предприятия.

Цитирование. Ширяева Е. В., Кочеткова О. В., Матвеев А. С., Арьков Д. П. Моделирование и анализ процесса производства томатов в базовых фермерских хозяйствах Волгоградского государственного аграрного университета. *Известия НВ АУК*. 2020. 1(57). 324-335. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-01-32.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. В основе современных трансформаций агропромышленного комплекса России лежат такие факторы, как глобальная цифровизация экономического пространства страны, внешние угрозы продовольственной безопасности, а также интенсивность изменения природно-климатических факторов [2, 10]. Практический успех этого процесса во многом определен качественным и многосторонним анализом существующих технологических и бизнес-процессов производства сельскохозяйственной продукции [9, 11].

В современных подходах к управлению бизнес-процессами производства наиболее эффективен процессный подход [4], который рассматривает управление как непрерывную серию взаимосвязанных бизнес-процессов, конечной целью которых является создание готовой продукции [6]. В рамках этого подхода в целях совершенствования управления формализуются существующие бизнес-процессы в виде графических диаграмм «Как есть» для выявления проблем и их дальнейшего анализа, а также последующего моделирования диаграмм бизнес-процесса «Как будет».

Ранее в исследовании бизнес-процессов верхнего уровня сельскохозяйственных предприятий были определены последовательные этапы производства сельскохозяйственной продукции от выполнения маркетинговых исследований до работ по развитию [3]. Среди этих этапов наиболее значимым для экономики предприятия является бизнес-процесс «Выполнить производство продукции и услуг», который напрямую определяет успех деятельности предприятия и, в отличие от других этапов, не является универсальным, а предопределен отраслью сельскохозяйственного производства.

Томаты являются брендовым продуктом Волгоградской области ещё с советских времён, сорта волгоградской селекции томатов и сейчас пользуются высоким спросом на российском рынке овощей. Большой вклад в сохранение волгоградских сортов томатов советских селекционеров и создание новых сортов, ориентированных на экстремальные почвенно-климатические условия нашего региона, внес Научно-производственный центр по сохранению и воспроизводству генетических ресурсов овощных культур Волгоградского государственного аграрного университета [7].

Материалы и методы. Для моделирования и анализа процессов производства томатов применены методология бизнес-моделирования и метод процессного подхода. При выборе нотации моделирования учитывалась необходимость более детального описания логики исследуемых бизнес-процессов, содержащих работы и события процесса, с целью последующей цифровизации фермерского хозяйства. Нотация BPMN 2.0 является исполняемой нотацией в BPMS-системах, максимально отражает логику исследуемого процесса и признана международным стандартом моделирования бизнес-процессов.

Результаты и обсуждение. На основании изученных технологических процессов возделывания томатов в базовых фермерских хозяйствах Волгоградского ГАУ были разработаны модели бизнес-процессов «Как есть» в нотации BPMN 2.0 (рисунки 1-8).

Запускают исследуемый бизнес-процесс «Выполнить производство продукции и

услуг» фермерских хозяйств, ориентированных на выращивание томатов, результаты предшествующих процессов «Выполнить научные исследования и проектные работы» и «Осуществить закупку». Этими результатами являются технологическая карта и проект по выращиванию культуры, а также все приобретенные ресурсы, необходимые для реализации проекта. Исследуемый бизнес-процесс «Выполнить производство томатов» состоит из последовательности подпроцессов: «Возделывание продукции», «Уборка урожая», «Сортировка продукции», «Хранение продукции».

Процесс первого уровня «Возделывание продукции» для томатов (рисунок 1) представлен подпроцессом основной обработки почвы; параллельными процессами выращивания рассады и предпосевной обработки почвы; последующими подпроцессами посадки рассады и ухода [1].

Декомпозиция подпроцесса «Основная обработка почвы» представлена на рисунке 2.

Операции подпроцесса «Основная обработка почвы» – лущение, внесение удобрения – запускаются агрономом после соответствующего анализа почвенно-климатических условий и предшественников, количество повторений лущения также определяется агрономом. Завершается подпроцесс операцией отвальной вспашки.

Рисунок 1 – BPMN-диаграмма «Как есть» процесса «Выполнить

производство томатов»

Figure 1 – BPMN-diagram «As Is» of «Implementing tomatoes production» process

Рисунок 2 – BPMN-диаграмма «Как есть» декомпозиции процесса «Основная обработка почвы»

Figure 2 – BPMN-diagram «As Is» of «Primary tillage» process decomposition
 Декомпозиция подпроцесса «Выращивание рассады» представлена на рисунке 3.

Рисунок 3 – BPMN-диаграмма «Как есть» декомпозиции процесса «Выращивание рассады»

Figure 3 – BPMN-diagram «As Is» of «Growing seedlings» process decomposition

Последовательность операций «Подготовка субстрата для посева семян» и «Высев семян» запускается командой от агронома после проведенного им анализа почвенно-климатических условий. После посева агроном регулярно проводит анализ почвенно-климатических условий теплицы и состояния всходов с целью корректировки режима теплицы (температура, влажность, вентиляция, свет), который поддерживается рабочими теплицы, параллельно осуществляются циклическая операция «Полив и подкормка» и операция «Пикировка». Завершающим событием подпроцесса «Выращивание рассады» является сигнал о готовности рассады к высадке.

Декомпозиция подпроцесса «Предпосевная обработка почвы» представлена на рисунке 4.

Рисунок 4 – BPMN-диаграмма «Как есть» декомпозиции процесса «Предпосевная обработка почвы»

Figure 4 – BPMN-diagram «As Is» of «Presowing tillage» process decomposition

На основе анализа почвенно-климатических условий агроном сообщает о начале операций «Покровное боронование» с последующим внесением удобрения и «Фрезерование», после которого осуществляется монтаж капельного орошения. Завершающим событием подпроцесса «Предпосевная обработка почвы» является сигнал о готовности почвы к высадке рассады.

Стартовым событием подпроцесса «Посадка рассады», декомпозиция которого представлена на рисунке 5, является сигнал о готовности почвы и рассады к высадке.

На основе анализа почвенно-климатических условий агроном сообщает о начале последовательности операций транспортировки и высадки рассады, далее агроном осуществляет регулярный анализ почвенно-климатических условий, состояния рассады с целью определения необходимости проведения циклической операции капельного полива до полного приживания рассады.

Рисунок 5 – BPMN-диаграмма «Как есть» декомпозиции процесса «Посадка рассады»

Figure 5 – BPMN-diagram «As Is» of «Planting seedlings» process decomposition

Все операции подпроцесса «Уход» выполняются под контролем агронома на основе анализа почвенно-климатических условий и состояния рассады (рисунок 6) [12].

Рисунок 6 – BPMN-диаграмма «Как есть» декомпозиции процесса «Уход»

Figure 6 – BPMN-diagram «As Is» of «Care» process decomposition

Агроном определяет необходимость проведения и чередование циклических операций ухода за томатами: полив и подкормка через каплю; прополка и окучивание рядов; удаление больных растений; пасынкование; культивация междурядий; обработка химикатами от вредителей и болезней.

Процесс первого уровня «Уборка урожая» для томатов представлен подпроцессом уборки (рисунок 1), декомпозиция которого представлена на рисунке 7.

Рисунок 7 – BPMN-диаграмма «Как есть» декомпозиции процесса «Уборка»

Figure 7 – BPMN-diagram «As Is» of «Harvesting» process decomposition

Рисунок 8 – BPMN-диаграмма «Как есть» декомпозиции процесса «Сортировка томатов»

Figure 8 – BPMN-diagram «As Is» of «Sorting tomatoes» process decomposition

Начало уборки определяет агроном на основе проделанного им анализа почвенно-климатических условий и зрелости плодов, в зависимости от процента зрелых плодов и целей сбора выбирается способ уборки – сплошная комбайновая уборка растений или ручная уборка, что предпочтительнее для последующей продажи томатов [5]. Завершается уборка последовательностью операций «Погрузка томатов в транспортные средства» и «Перевозка томатов на сортировку».

Процесс «Доработка продукции» для томатов как процесс первого уровня отсутствует (рисунок 1). К операциям этого процесса можно отнести удаление нестандартных плодов, что присутствует в процессе первого уровня «Сортировка продукции».

Процесс первого уровня «Сортировка продукции» для томатов представлен подпроцессом «Сортировка томатов» и последующими, не исключаящими друг друга, операциями транспортировки на продажу, переработку или транспортировку в овощехранилище (рисунок 1). Декомпозиция подпроцесса «Сортировка томатов» представлена на рисунке 8.

После операции «Разгрузка томатов на сортировочный стол» выполняются параллельные операции «Сортировка томатов по степени зрелости», «Калибровка», «Удаление нестандартных плодов», «Укладка в тару». Завершается подпроцесс «Сортировка томатов» операцией «Погрузка тары для транспортировки».

Процесс первого уровня «Хранение продукции» описан параллельными операциями «Хранение томатов» и «Поддержка режимов температуры, влажности, вентиляции» (рисунок 1).

Обсуждение. Анализ существующего процесса «Выполнить производство продукции и услуг» на примере выращивания томатов (рисунок 1) [8] показал его существенные недостатки в плане высоких требований к квалификации агронома, который определяет время начала и параметры всех значимых операций выращивания томатов на основе собственных знаний, опыта и анализа данных, которые преимущественно собраны им же ручным или механизированным способом. В процессе выращивания рассады и ухода после её высадки от агронома требуются пристальное внимание и незамедлительные научно-обоснованные решения на изменения в процессах. После уборки урожая томатов требуется максимально сократить время на сортировку и транспорти-

ровку продукции, а также количество ошибок при сортировке, чего не может обеспечить использование ручного труда в этих процессах.

Выводы. Выполненная в нотации BPMN 2.0 формализация бизнес-процесса «Выполнить производство томатов» сельскохозяйственного предприятия на примере базовых фермерских хозяйств Волгоградского государственного аграрного университета позволяет констатировать низкий уровень использования цифровых технологий в базовых растениеводческих хозяйствах университета. Существующие технологии производства томатов, которые требуют постоянного контроля почвенно-климатических условий, состояния развития растений и хода созревания плода, не поддерживаются инструментами оперативной реорганизации бизнес-процессов в соответствии с реальными условиями производства. Выявлена проблема максимальной зависимости исследуемого процесса от влияния «человеческого фактора».

В дальнейшем на основе разработанных BPMN-моделей «Как есть» будет выполнена реорганизация бизнес-процессов производства томатов сельскохозяйственного предприятия на основе использования таких современных цифровых технологий, как Data Mining, IoT (интернет вещей), автоматизируемые системы поддержки принятия решений с целью снижения рисков и повышения эффективности производства продукции.

Библиографический список

1. Кныш В., Наумов А. Промышленная технология выращивания томата на капельном орошении [Электронный ресурс] // Журнал «Овощеводство»: [сайт]. Издательский дом «Юнивест Медиа». 2017. №2. URL: <http://www.ovoshevodstvo.com/journal/browse/201702/article/1535/> (Дата обращения: 01.2.2020).
2. Кочеткова О. В. Трансформация бизнес-процессов сельскохозяйственных предприятий для внедрения технологии интернета вещей // Science in the modern information society XIX: Proceedings of the Conference. North Charleston, 23-24.04. 2019. Vol. 1. P. 95-97.
3. Моделирование и анализ процесса «Выполнить научные исследования и проектные работы» с целью внедрения цифровых технологий в базовых хозяйствах аграрного вуза / О. В. Кочеткова, А. С. Матвеев, Е. В. Ширяева, Д. П. Арьков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2019. №2 (54). С.303-314. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-02-.
4. Репин В. В., Елиферов В. Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. 544с. - ISBN 978-5-96157-554-5.
5. Уборка томатов [Электронный ресурс] // Agropk: [сайт]. 2016. URL: <https://agropk.by/itma/uborka-tomato> (Дата обращения: 01.02.2020).
6. Хорошева Е. С., Денисова Н. В. Бизнес-процессы в АПК: сущность, виды и особенности в современных экономических условиях // Научный журнал. 2018. № 11 (34). С. 14-19.
7. Шадчина В. Ученые вернули на грядки знаменитые волгоградские помидоры [Электронный ресурс] // Региональный Информационно-Аналитический Центр: [сайт]. 2019. 17 мая. <https://riac34.ru/news/102403/> (Дата обращения: 01.02.2020).
8. Kochetkova O. V., Kostin A. A. How to perform analysis of graphical schemes operational processes... // Academic science - problems and achievements XVIII: Proceedings of the Conference. North Charleston, 28-29.01.2019. Vol. 1. P. 94-99.
9. Navulur S., Sastry A.S.C.S., Prasad M.N.Giri Agricultural management through wireless sensors and internet of things // International Journal of Electrical and Computer Engineering 7. Issue 6, 2017, P.3492-3499.
10. Russia's agro industrial complex: Economic and political influence factors and state support / V. P. Samarina, T. P. Skufina, A. V. Samarin, S. V. Baranov // Smart Innovation, Systems and Technologies. 2020. N.138. P. 579-593.
11. Shchutskaya A. V., Afanaseva E. P., Kapustina L. V. Digital farming development in Russia: Regional aspect // Digital Transformation of the Economy: Challenges, Trends and New Opportunities. 2019. P. 269-279.
12. Yielding capacity and quality of tomato fruits at drip irrigation with water with modified

oxidation-reduction potential / S. Semenenko, V. Borodychev, E. Ivantsova, M. Lytov // Paper presented at the International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2015. N. 1(5). P. 1055-1062. Retrieved from www.scopus.com

Conclusions. Agricultural company's business process "To perform tomatoes production" formalization performed in BPMN 2.0 notation which takes basic farms of Volgograd State Agricultural University as example allows us to state their low level of digital technology usage. Existing tomatoes production technologies, which require constant control of soil and climatic conditions, plant development and fruit maturing monitoring, are not supported by business processes rapid reorganization tools to comply with actual production conditions. Also it's been revealed that process being studied is largely dependent on "human factor".

Further BPMN notations "As Is" based tomatoes production business processes of agricultural company will be reorganized with proper usage of such modern digital technologies as Data Mining, IoT (Internet of Things), automated decision-making support systems to reduce risks and improve production efficiency.

References

1. Knysh V., Naumov A. Promyshlennaya tehnologiya vyraschivaniya tomata na kapel'nom oroshenii [Elektronnyj resurs] // Zhurnal "Ovoshevodstvo": [sajt]. Izdatel'skij dom "Yunivest Media". 2017. №2. URL: <http://www.ovoshevodstvo.com/journal/browse/201702/article/1535/> (Data obrascheniya: 01.2.2020).
2. Kochetkova O. V. Transformaciya biznes-processov sel'skohozyajstvennyh predpriyatij dlya vnedreniya tehnologii interneta veschej // Science in the modern information society XIX: Proceedings of the Conference. North Charleston, 23-24.04. 2019. Vol. 1. P. 95-97.
3. Modelirovanie i analiz processa "Vypolnit' nauchnye issledovaniya i proektnye raboty" c cel'yu vnedreniya cifrovyyh tehnologij v bazovyh hozyajstvah agrarnogo vuza / O. V. Kochetkova, A. S. Matveev, E. V. Shiryaeva, D. P. Ar'kov // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniverstetskogo kompleksa. 2019. №2 (54). P. 303-314. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-02-.
4. Repin V. V., Eliferov V. G. Processnyj podhod k upravleniyu. Modelirovanie biznes-processov. M.: Mann, Ivanov i Ferber, 2013. 544 p. - ISBN 978-5-96157-554-5.
5. Uborka tomatov [Elektronnyj resurs] // Agropk: [sajt]. 2016. URL: <https://agropk.by/itma/uborka-tomatov> (Data obrascheniya: 01.02.2020).
6. Horosheva E. S., Denisova N. V. Biznes-processy v APK: suschnost', vidy i osobennosti v sovremennyh jekonomicheskikh usloviyah // Nauchnyj zhurnal. 2018. № 11 (34). P. 14-19.
7. Shadchina V. Uchenye vernuli na gryadki znamenitye volgogradskie pomidory [Elektronnyj resurs] // Regional'nyj Informacionno-Analiticheskij Centr: [sajt]. 2019. 17 maya. <https://riac34.ru/news/102403/> (Data obrascheniya: 01.02.2020).
8. Kochetkova O. V., Kostin A. A. How to perform analysis of graphical schemes operational processes... // Academic science - problems and achievements XVIII: Proceedings of the Conference. North Charleston, 28-29.01.2019. Vol. 1. P. 94-99.
9. Navulur S., Sastry A.S.C.S., Prasad M.N.Giri Agricultural management through wireless sensors and internet of things // International Journal of Electrical and Computer Engineering 7. Issue 6, 2017, P.3492-3499.
10. Russia's agro industrial complex: Economic and political influence factors and state support / V. P. Samarina, T. P. Skufina, A. V. Samarin, S. V. Baranov // Smart Innovation, Systems and Technologies. 2020. N.138. P. 579-593.
11. Shchutskaya A. V., Afanaseva E. P., Kapustina L. V. Digital farming development in Russia: Regional aspect // Digital Transformation of the Economy: Challenges, Trends and New Opportunities. 2019. P. 269-279.
12. Yielding capacity and quality of tomato fruits at drip irrigation with water with modified oxidation-reduction potential / S. Semenenko, V. Borodychev, E. Ivantsova, M. Lytov // Paper presented at the International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. 2015. N. 1(5). P. 1055-1062. Retrieved from www.scopus.com

Authors Information

Elena Shiryaeva, Associate Professor of Department of Information Systems and Technology, Volgograd State Agricultural University (400002, Universitetskiy prospect 26, Volgograd, Russian Federation), Ph.D. in Technical Sciences (400002, Universitetskiy prospect 26, Volgograd, Russian Federation), Ph.D., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4461-2511>, e-mail: el.shirjaeva@gmail.com

Olga Kochetkova, Vice-Chancellor of Strategic Development and Information, Head of Department of Information Systems and Technology, Volgograd State Agricultural University (400002, Universitetskiy prospect 26, Volgograd, Russian Federation), Doctor of Technical Sciences (400002, Universitetskiy prospect 26, Volgograd, Russian Federation), Ph.D., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4892-1899>, e-mail: ovk555@bk.ru

Matveyev Alexander Sergeevich, Associate Professor of Department of Information Systems and Technology, Volgograd State Agricultural University (400002, Universitetskiy prospect 26, Volgograd, Russian Federation), Doctor of Technical Sciences (400002, Universitetskiy prospect 26, Volgograd, Russian Federation), Ph.D. in Physics and Mathematics, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5120-0649>, e-mail: alexsmatveev@yandex.ru

Dmitri Arkov, Associate Professor of Department of Information Systems and Technology, Volgograd State Agricultural University (400002, Universitetskiy prospect 26, Volgograd, Russian Federation), Ph.D. in Technical Sciences (400002, Universitetskiy prospect 26, Volgograd, Russian Federation), Ph.D., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5675-351X>, e-mail: arkov-dmitriy@rambler.ru

Информация об авторах

Ширяева Елена Владимировна, доцент кафедры «Информационные системы и технологии», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (РФ, 400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26), кандидат технических наук, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4461-2511>, e-mail: el.shirjaeva@gmail.com

Кочеткова Ольга Владимировна, проректор по стратегическому развитию и информатизации, заведующая кафедрой «Информационные системы и технологии», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (РФ, 400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26), доктор технических наук, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4892-1899>, e-mail: ovk555@bk.ru

Матвеев Александр Сергеевич, доцент кафедры «Информационные системы и технологии», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (РФ, 400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26), кандидат физико-математических наук, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5120-0649>, e-mail: alexsmatveev@yandex.ru

Арьков Дмитрий Петрович, доцент кафедры «Информационные системы и технологии», ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (РФ, 400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, д. 26), кандидат технических наук, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5675-351X>, e-mail: arkov-dmitriy@rambler.ru