УДК 631.1:004.9

DOI: 10.31563/1684-7628-2019-50-2-137-142

Н.Т. Сорокин, С.В. Митрофанов, Н.Н. Грачев, Д.А. Благов,
С.А. Белых, В.С. Никитин, И.С. Машков, М.М. Варфоломеева**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ
ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ***Ключевые слова: цифровые технологии; система оперативного управления; органическое земледелие; сельхозпредприятие.*

Введение. В соответствии с указами Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» и от 21.07.2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» для реализации приоритетных направлений стратегии научно-технологического развития России до 2035 г. готовится программа «Цифровое сельское хозяйство», в которую составными частями должны войти подсистемы управления животноводством, растениеводством, хранением и переработкой продукции, обеспечением материально-техническими средствами и сбытом, экологической безопасностью и охраной труда, учетом, планированием и кадровым обеспечением.

Цель исследования – разработка предложений к программе исследований «Цифровое сельское хозяйство». Задачи исследования: обзор состояния разработок системы оперативного управления сельхозпредприятием; оценка комплексности разработок.

Результаты исследования. Возможная структурная схема информационно-компьютерных (цифровых) технологий оперативного управления в сельскохозяйственном предприятии представлена на рисунке 1. Необходимо отметить, что исследование вопроса для решения данной проблемы предпринималось ранее и неоднократно [1–8]. Однако проведение целевых комплексных исследований и разработок по этой проблеме до сих пор не осуществляется. Существующие разработки информационно-компьютерных технологий оперативного управления в сельскохозяйственном предприятии характеризуются, как правило, решением отдельных задач, не связанных между собой ни функционально, ни информационно, ни экономически. Хотя они могут служить в качестве определенного задела для организации комплексных исследований, разработок и постановки новых задач. В качестве таких заделов можно рассмат-

ривать работы [3–11]. Работы ученых ИТОСХ – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (бывшего ФГБНУ ВНИМС) посвящены решению конкретных задач информационно-компьютерных (цифровых) технологий в сельском хозяйстве. Наиболее полно разработаны к настоящему времени подсистемы управления растениеводством, животноводством, экологической безопасностью и охраной труда. Ведутся работы по подсистеме материально-технического обеспечения сельского хозяйства. По проблеме промышленного производства специализированного оборудования для получения гуминовых удобрений и использования программных материалов на ЭВМ для подготовки комплексных удобрений проведено научное исследование, и выполнена тематика исследований в соответствии с планами НИОКР. Сегодня на территории России и Республики Беларусь уже проходят широкомасштабное промышленное испытание 12 технологических линий и мини-заводов. Проведенный анализ состояния данного вопроса показал, что в настоящее время активное развитие получает применение в сельском хозяйстве экологически чистых органических и органоминеральных удобрений, получаемых из торфа. Федеральным законом от 16 июля 1998 г. № 101-ФЗ «О Государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» поставлена задача обеспечения производителей сельскохозяйственной продукции торфом и продуктами его переработки. Поэтому проведение дальнейших научных исследований по разработке и внедрению специализированного оборудования с использованием модульного проектирования для производства гуминовых и комплексных удобрений на основе цифровых технологий является современной актуальной проблемой, требующей решения. На решение данной проблемы в интересах развития сельскохозяйственного производства нацеливает научные организации и принятый 3 августа 2018 г. № 280 ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [9–11].

Рисунок 1

Структурная схема информационных (цифровых) технологий оперативного управления в сельскохозяйственном предприятии (реализация данной схемы возможна с участием других специализированных научных структур)

Рисунок 2

Блок-схема подсистемы управления экологической безопасностью и охраной труда в сельхозпредприятиях

Подсистема «животноводство» реализована в виде программы «АСТРА», которая позволяет проводить расчеты по составлению и балансированию рационов для крупного рогатого скота, а так же определять потребность в посевных площадях. Данная программа позволяет составлять рационы любой сложности, с учетом живой массы и продуктивности. Новацией в данной программе выступают следующие реализованные компоненты: учет чистой энергии лактации (ЧЭЛ), баланс азота в рубце, учет микробного

протеина, расчет переваримости органической массы (депрессивное действие сырой клетчатки).

Расчет баланса азота в рубце имеет актуальное значение в обеспечении животных белковыми компонентами. Ценность реализованного показателя заключается в том, что на основе математической формулы можно рассчитать азот корма, не прибегая к услугам лаборатории. Расчеты по питательности составленного рациона отображаются в данной программе, как в нату-

ральных единицах, так и в процентном соотношении, благодаря чему, пользователю удобнее ориентироваться в балансировании показателей питательности. Применение программы «АСТРА» поможет снизить количество проводимых расчетов специалистам по зоотехнии, а так же позволит учитывать в рационах дополнительные элементы питания, которые на практике часто игнорируются ввиду того, что ряд показателей носит расчетный характер и не всегда есть возможность провести их анализ. Подсистема «Растениеводство» включает комплексы производственно-технологических задач, используемых для организации сельскохозяйственного производства: картографирование сельскохозяйственных угодий; чередование и размещение сельскохозяйственных культур в полях севооборотов; расчет потребности в органических удобрениях для почв севооборота; прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур; расчет потребности сельскохозяйственных культур в минеральных, известковых удобрениях, микроудобрениях; формирование агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур с расчетом технико-экономических показателей; энергетический анализ агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Разработанные комплексы задач позволяют проводить многовариантные расчеты на основе системного подхода к проектированию сельскохозяйственного производства, и при этом обеспечивается достижение следующих целей: получение экономического эффекта за счет повышения урожайности, рационального использования материальных и трудовых ресурсов; сохранение и повышение содержания в почве органического вещества (гумуса), определяющего уровень плодородия почвы; получение экологически чистой продукции.

Подсистема управления экологической безопасностью и охраной труда включает 9 блоков (рисунок 2). Данная подсистема предназначена для оценки и управления следующими процессами: загрязнением почв пестицидами, агрохимикатами и тяжелыми металлами; балансом азота, фосфора и калия, обеспечивающим охрану окружающей среды; нагрузкой скота на пастбищные угодья, соотношением стабилизирующих и дестабилизирующих факторов; опасностью отходов и побочных продуктов; производством экологически безопасной продукции; условиями труда на рабочем месте; уровнем ин-

вестиций в охрану труда, окружающей среды и экологически безопасной продукции; уровнем экологической культуры и культуры охраны труда работников и населения.

В настоящее время ведется разработка информационно-компьютерной (цифровой) технологии подсистемы управления на основе ранее разработанных методологии, критериев, методики и модели. В разрабатываемой технологии предусматривается информационное взаимодействие с другими подсистемами управления, представленными на рисунке 1. Подсистема управления экологической безопасностью и охраной труда станет базой для принятия управленческих решений по снижению вредного воздействия сельскохозяйственных технологий и техники, организационно-экономических факторов, человеческого фактора. К сожалению, часть выполненных работ не отвечает требованиям системности исследований, не имеют общей базы данных и соответствующей координации. Поэтому для достижения целей намеченных в Стратегии научно-технического развития России до 2035 года в виде перспективных направлений развития предстоит большая работа по формированию и реализации программы научных исследований по проблеме управления в сельскохозяйственном производстве, и прежде всего определения центра, координирующего на единой методологической основе разработку системы «Цифровое сельское хозяйство».

Выводы. Несмотря на отмеченные недостатки, выявленные в процессе исследования, представленные результаты могут быть использованы для разработки научных проектов по программе «Цифровое сельское хозяйство» в соответствии с предложенной схемой (рисунок 1) информационно-компьютерных (цифровых) технологий оперативного управления в сельскохозяйственном предприятии и для участия их в конкурсных отборах.

Положительным моментом в исследовании является проведение его на основе многоотраслевого (комплексного) подхода к формированию системы «Цифровое сельское хозяйство» с учетом взаимосвязанности различных подотраслей сельского хозяйства. Данное исследование имеет научную перспективу в необходимости использования комплексного подхода при разработке программы «Цифровое сельское хозяйство» для конкретной сельскохозяйственной организации.

Библиографический список

1. Стребков, Д.С. Совершенствование оперативного управления сельскохозяйственным производством [Текст] / Д.С. Стребков,

И.М. Кузнецов, М.В. Макеев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2011. № 6.

2. Стребков, Д.С. Кибернетика – основа управления инновационным развитием сельского хозяйства [Текст] / Д.С. Стребков, С.О. Сиптиц, И.М. Кузнецов // Вестник ВИЭСХ. 2013. Выпуск 2 (11). С. 13–20.

3. Стребков, Д.С. Первоочередные задачи системного развития информационной инфраструктуры в сельскохозяйственном производстве регионов [Текст] / Д.С. Стребков, С.О. Сиптиц, И.М. Кузнецов, М.В. Макеев // Вестник ВИЭСХ. 2013. № 3. С. 45–54.

4. Сорокин, Н.Т. К вопросу о системном развитии информационной инфраструктуры в сельскохозяйственном производстве [Текст] / Н.Т. Сорокин, Н.Н. Грачев, А.В. Денисов // Техника и оборудование для села. 2014. № 7. С. 38–39.

5. Трофимов, А.Г. Инновационная стратегия развития сельскохозяйственной организации (на примере ЗАО «Племзавод «Ручьи» Ленинградской области) [Текст] / А.Г. Трофимов // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2009. № 4. С. 14–18.

6. Евстропов, А.С. Система управления производством сельскохозяйственной продукции на основе информационно-инновационных технологий [Текст] / А.С. Евстропов, В.А. Артамонов. Рязань: ГНУ ВНИМС, 2009. 192 с.

7. Рекомендации для сельскохозяйственных предприятий по совершенствованию управления экологической безопасностью и охраной

труда в условиях развития органического земледелия [Текст] / Н.Н. Новиков, Н.Н. Грачев, А.В. Денисов, И.С. Машков, М.Э. Денисова; под рук. Н.Т. Сорокина; ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. Рязань, 2018. 208 с.

8. Экологические аспекты продовольственной безопасности [Текст] / Н.Н. Новиков, Н.Н. Грачев, И.С. Машков, А.В. Денисов, Е.А. Федорова; под рук. Н.Т. Сорокина; ФГБНУ ВНИМС. Рязань, 2017. 123 с.

9. Сорокин, К.Н. Цифровые технологии в производстве комплексных органоминеральных удобрений [Текст] / К.Н. Сорокин, А.Ю. Измаилов, С.А. Белых, В.С. Никитин, Н.Т. Сорокин, Д.А. Благов // Вестник Башкирского ГАУ. 2018. № 3. С. 31–40.

10. Andrianova, L. Information and Computer Complex for Identification of Single-Phase Earth Faults in Electric Networks of 6–10 kV / Lyudmila P. Andrianova, Eduard R. Bayburin, Ildar I. Gabitov, Rustam R. Galiullin, Vladimir Yu. Kabashov, Andrey V. Linenko, Dmitriy P. Yukhin and Rinat B. Yarullin // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. № 13. P. 7141–7149.

11. Габитов, И.И. Интеллектуализация технического сервиса топливоподающих систем дизелей [Текст] / И.И. Габитов, А.В. Неговора, В.Ф. Федоренко // М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 496 с.

Сведения об авторах

1. **Сорокин Николай Тимофеевич**, доктор экономических наук, главный научный сотрудник, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 390025, Рязань, ул. Щорса, 38/11, тел.: 8 (4912) 98 56 73, e-mail: vnims@rambler.ru.

2. **Митрофанов Сергей Владимирович**, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, ведущий научный сотрудник, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 390025, Рязань, ул. Щорса, 38/11, тел.: 8 (4912) 98 56 73, e-mail: vnims@rambler.ru.

3. **Грачев Николай Николаевич**, кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 390025, Рязань, ул. Щорса, 38/11, тел.: 8 (4912) 98 56 73, e-mail: vnims@rambler.ru.

4. **Благов Дмитрий Андреевич**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 390025, Рязань, ул. Щорса, 38/11, тел.: 8 (4912) 98 56 73, e-mail: vnims@rambler.ru.

5. **Белых Сергей Анемподистович**, кандидат технических наук, ведущий специалист, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 390025, Рязань, ул. Щорса, 38/11, тел.: 8 (4912) 98 56 73, e-mail: vnims@rambler.ru.

6. **Никитин Василий Степанович**, специалист I категории, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 390025, Рязань, ул. Щорса, 38/11, тел.: 8 (4912) 98 56 73, e-mail: vnims@rambler.ru.

7. **Машков Иван Семенович**, специалист 1 категории, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 390025, Рязань, ул. Щорса, 38/11, тел.: 8 (4912) 98 56 73, e-mail: vnims@rambler.ru.

8. **Варфоломеева Мария Михайловна**, старший научный сотрудник, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 390025, Рязань, ул. Щорса, 38/11, тел.: 8 (4912) 98 56 73, e-mail: vnims@rambler.ru.

Выполнен обзор состояния разработок системы оперативного управления производством сельхозпредприятия, включающей подсистемы управления животноводством, растениеводством, хранением и переработкой продукции, обеспечением материально-техническими средствами и сбытом, экологической безопасностью и охраной труда, учетом, планированием и кадровым обеспечением с использованием информационно-компьютерных (цифровых) технологий. Дана оценка их полезности при разработке программы «Цифровое сельское хозяйство». По проблеме промышленного производства специализированного оборудования для получения гуминовых удобрений и использования программных материалов на ЭВМ для подготовки комплексных удобрений проведено научное исследование и выполнена тематика исследований в соответствии с планами НИОКР. Сегодня на территории Российской Федерации и Белоруссии уже проходят широкомасштабное промышленное испытание 12 технологических линий и мини-заводов. Проведенный анализ состояния данного вопроса показал, что в настоящее время активное развитие получает применение в сельском хозяйстве экологически чистых органических и органоминеральных удобрений. Поэтому проведение дальнейших научных исследований по разработке и внедрению специализированного оборудования с использованием модульного проектирования для производства гумино-

вых и комплексных удобрений на основе цифровых технологий является современной актуальной проблемой, требующей решения. На решение данной проблемы в интересах развития сельскохозяйственного производства ориентирует научные организации и принятый 3 августа 2018 г. № 280 ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Подсистема «животноводство» реализована в виде программы «АСТРА», которая позволяет проводить расчеты по составлению и балансированию рационов для крупного рогатого скота, а также определять потребность в посевных площадях. Данная программа позволяет составлять рационы любой сложности с учетом живой массы и продуктивности. Расчеты по питательности составленного рациона отображаются в данной программе как в натуральных единицах, так и в процентном соотношении, благодаря чему пользователю удобнее ориентироваться в балансировании показателей питательности. Несмотря на отмеченные недостатки, выявленные в процессе исследования, представленные здесь результаты могут быть использованы для разработки научных проектов по программе «Цифровое сельское хозяйство» в соответствии с предложенной схемой (рисунок 1) информационно-компьютерных (цифровых) технологий оперативного управления в сельскохозяйственном предприятии и для участия их в конкурсных отборах.

N. Sorokin, S. Mitrofanov, N. Grachev, D. Blagov,
S. Belykh, V. Nikitin, I. Mashkov, M. Varfolomeeva

CURRENT STATUS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF A COMPUTER-BASED OPERATIONS MANAGEMENT SYSTEM FOR AGRICULTURAL ENTERPRISES

Key words: *current status of developments; digital technologies; operations management system; organic agriculture; agricultural enterprise.*

Authors' personal details

1. **Sorokin Nikolay**, Doctor of economical sciences, head researcher, Institute of engineering support of agriculture – branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (4912) 98 56 73, e-mail: vnims@rambler.ru.

2. **Mitrofanov Sergey**, Candidate of agricultural sciences, deputy director for science, leading researcher, Institute of engineering support of agriculture – branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (4912) 98 56 73, e-mail: vnims@rambler.ru.

3. **Grachev Nikolay**, Candidate of economical sciences, associate professor, leading researcher, Institute of engineering support of agriculture – branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (4912) 98 56 73, e-mail: vnims@rambler.ru.

4. **Blagov Dmitriy**, Candidate of biological sciences, senior researcher, Institute of engineering support of agriculture – branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (4912) 98 56 73, e-mail: vnims@rambler.ru.

5. **Belykh Sergey**, Candidate of technical sciences, leading specialist, Institute of engineering support of agriculture – branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (4912) 98 56 73, e-mail: vnims@rambler.ru.

6. **Nikitin Vasily**, 1st category specialist, Institute of engineering support of agriculture – branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (4912) 98 56 73, e-mail: vnims@rambler.ru.

7. **Mashkov Ivan**, 1st category specialist, Institute of engineering support of agriculture – branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (4912) 98 56 73, e-mail: vnims@rambler.ru.

8. **Varfolomeeva Mariya**, senior researcher, Institute of engineering support of agriculture – branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (4912) 98 56 73, e-mail: vnims@rambler.ru.

The authors have carried out a review of the current status of the developments on the operations management system in agricultural enterprises, including subsystems of animal husbandry, crop production, storage and processing of products, procurement and logistics, marketing, environmental and workplace safety, accounting, enterprise planning and human resource management with the introduction of computer (digital) technologies. The prospects for their use in the elaboration of the research program «Digital agriculture» have been assessed. A scientific research on industrial manufacturing of specialized equipment for producing humic fertilizers and using software solutions for making complex fertilizers has been conducted in accordance with the Research and development plans. 12 production lines and mini-plants are tested in the Russian Federation and the Republic of Belarus. The analysis of the problem has shown, that at the present time the application of environmentally safe organic and organo-mineral fertilizers in agriculture is extending. In this respect, conducting researches on development of specialized equipment for producing humic and complex fertilizers with using

modular engineering solutions and digital technologies and its introduction in production is a relevant problem. The Federal law of August 3, 2018 «On organic production and amendments to the certain legislative acts of the Russian Federation» involves scientific institutions in solving this problem in order to improve agricultural production. «Animal husbandry» subsystem is represented by «ASTRA» software application for carrying out calculations on composing and balancing a diet for cattle and determining the requirement in sowing areas. This application enables a user to compose various diets, taking into account live animal weight and productivity. Calculations on the nutritional value of the ration are represented in physical units and in percentage ratio, that makes balancing of nutritional value more convenient for a user. Despite a row of shortcomings identified in the research process, the presented results can be used in preparation of research projects within the framework of the research program «Digital agriculture» according to the proposed scheme (fig. 1) of computer (digital) technologies for operations management in agricultural enterprises and competitive examination of these projects.

© Сорокин Н.Т., Митрофанов С.В., Грачев Н.Н., Благов Д.А.,
Белых С.А., Никитин В.С., Машков И.С., Варфоломеева М.М.