

## СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ПО ВЫБОРУ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Альт В.В., Исакова С.П., Лапченко Е.А., Ёлкин О.В.

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук  
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия*

**Для цитирования:** Альт В.В., Исакова С.П., Лапченко Е.А., Ёлкин О.В. Структурная схема по выбору технологий и технических средств в растениеводстве // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 3. С. 87–93. DOI: DOI: 10.26898/0370-8799-2019-3-11

**For citation:** Alt V.V., Isakova S.P., Lapchenko E.A., Elkin O.V. Strukturnaya skhema po vyboru tekhnologii i tekhnicheskikh sredstv v rastenievodstve [Structural scheme for the choice of technologies and technical means in plant growing]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 3, pp. 87–93. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-3-11

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Изложены факторы, влияющие на принятие управленческих решений по выбору технологий и технических средств в растениеводстве. Показана актуальность разработки программного обеспечения среди данных факторов. Приведены примеры имеющихся зарубежных и отечественных программных продуктов, созданных в данном направлении, показаны их преимущества и недостатки. Дано описание структурного подхода к разработке программного продукта. Суть его заключается в определении значимости и приоритетов имеющихся факторов с целью установления структуры их отношений. Представлены требования к структурной схеме разрабатываемого программного обеспечения по ее основным компонентам, их функциям, правилам коммуникации со схемой ввода и вывода информации. Приведена сама структурная схема по выбору технологий и технических средств в растениеводстве. В ней заложена технология удаленного доступа, основанная на применении облачных технологий. Выявлены основные факторы, влияющие на выбор технологий и технических средств. Представленная структурная схема предусматривает учет ограничений, накладываемых агроклиматическими и производственными условиями сельхозтоваропроизводителя: объемов работ и их сроков, фитосанитарной обстановки, рельефа и контурности полей для выбора технологий и подбора рационального состава машинно-тракторного парка, а также

## STRUCTURAL SCHEME FOR THE CHOICE OF TECHNOLOGIES AND TECHNICAL MEANS IN PLANT GROWING

Alt V.V., Isakova S.P.,  
Lapchenko E.A., Elkin O.V.

*Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences  
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia*

The factors that influence management decisions related to the choice of technologies and technical means are summarized. The urgency of software development for these factors is shown. Examples of foreign and domestic software products available in this field are given, their advantages and disadvantages are shown. The description of the structural approach to the software product development is given. Its main point is to determine the importance and priorities among the existing factors with the aim of establishing the structure of their relationship. Requirements to the structural scheme of the software being developed are presented, including its main components, their functions, the rules of communication and the scheme of input and output of information. The structural diagram that shows the choice of technologies and technical means in crop production is presented. It covers the technology of remote access based on the use of cloud technologies. The main factors influencing the choice of technologies and technical means are identified. The structural scheme presented takes into account restrictions imposed by agro-climatic and production conditions faced by agricultural producers, i.e. amount of work and terms, phytosanitary conditions, relief and contour of fields for the selection of technologies and rational composition of the machine and tractor fleet, as well as technical and economic characteristics of technical facilities. The structural scheme also ensures that the requirements of universality and

техничко-экономических характеристик технических средств. Структурная схема учитывает требования универсальности и совместимости разрабатываемого программного продукта, ввода и вывода информации. Дано общее описание структурной схемы и блоков, из которых она состоит: база данных, ввод исходных данных, выбор технологий и генерация отчетов.

**Ключевые слова:** машинно-тракторный парк, технологии, растениеводство, структурная схема, облачные технологии

## ВВЕДЕНИЕ

При управлении сельским хозяйством отсутствие или несвоевременное получение информации на всех этапах производства продукции растениеводства и неоптимальный выбор технологии приводят к увеличению затрат труда и материальных ресурсов, недополучению дохода, а иногда к убыткам [1]. В связи с этим выбор технологий возделывания сельскохозяйственных культур и оценка их экономической эффективности для принятия решений при производстве продукции растениеводства весьма актуальны.

В настоящее время существуют различные технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Задача выбора технологий и технических средств сложна из-за необходимости учета множества факторов, изменчивых во времени и в пространстве: агроклиматических, агротехнических, фитосанитарных, факторов окружающей среды и производственных условий хозяйства (наличие технических средств, семян, удобрений и т.д.) [2, 3]. При этом должны быть сопоставлены состав, структура машинно-тракторного парка (МТП), пашни, кадрового потенциала с имеющимся почвенно-климатическим потенциалом и уровнем агрономической культуры в хозяйстве. Определение необходимого состава МТП для выбранной технологии также зависит от агроклиматических особенностей зоны расположения хозяйства и почвенных факторов (рельеф, контурность поля, длина гона).

compatibility of the software product, as well as information input and output are met. A general description of the diagram and the blocks it consists of are given: database, initial data input, technology selection and report generation.

**Keywords:** machinery and tractor fleet, technologies, plant growing, structural scheme, cloud technologies

Внедрение новых технологий связано с повышением использования потенциала сельскохозяйственных культур, однако существующие при этом риски и неопределенность препятствуют полноте использования этого потенциала сельхозпроизводителями. Сельхозпроизводители внедряют новую технологию только тогда, когда полезность ее использования превышает преимущества текущей [4]. Доказать преимущества таких технологий можно с использованием информационных технологий. По данным о сельскохозяйственных объектах, получаемым с помощью цифровых технологий, стало возможным, математически точно рассчитывая алгоритм действий, предсказывать результат, проводить мониторинг природных факторов, своевременно реагировать на их изменение.

Методология формирования технологии заключается в последовательном преодолении факторов, лимитирующих продуктивность культур и качество продукции, исходя из экологических и экономических требований к производству [5, 6]. К факторам, лимитирующим формирование урожайности культуры, можно отнести природно-климатическую зону хозяйства, системы удобрения и обработки почвы, засоренность и др. Количество этих факторов в зависимости от требований культуры и сорта может возрастать [7].

Существуют разработанные базовые технологии, описанные в реестре техноло-

гий и различной литературе<sup>1</sup> [8]. Технологические операции адаптируют к природным и производственным условиям с учетом разной обеспеченности предприятий производственными условиями хозяйства (техникой, семенами, средствами химизации и др.). Уровень интенсификации при этом меняется от полного отсутствия средств химизации и удобрений до применения максимально целесообразного их количества. Таким образом, нормальные технологии (базовые) трансформируются в экстенсивные или интенсивные [9].

В данной области имеется множество разработок как в России, так и за рубежом<sup>2-5</sup> [1, 10], широко используемых в странах СНГ и Европы, США. Их отличительной особенностью является применение современных подходов к решению задачи выбора технологий и технических средств, в частности с использованием цифровых технологий, позволяющих обрабатывать большие объемы неструктурированных данных, автоматизировать интеллектуальный труд, решать многофакторные задачи с учетом конкретных условий товаропроизводителя, оптимизировать управление технологическими и организационными процессами производства сельскохозяйственной продукции.

Цель работы – проанализировать современные подходы к выбору технологий и технических средств и использованию цифровых систем анализа разнородных данных для принятия управленческих решений по применению технологий и техники.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Главная задача при выборе технологий и технических средств состоит в раскры-

тии имеющегося потенциала урожайности сортов зерновых культур за счет учета воздействия агроклиматических и фитосанитарных факторов окружающей среды.

Значительную помощь в принятии решений оказывают web-приложения, которые улучшают управление технологическими и организационными процессами производства сельскохозяйственной продукции. Интернет-технологии стали основным инструментом, позволяющим частично автоматизировать задачи управления и решать оптимизационные многофакторные задачи принципиально другими методами в сельском хозяйстве, применительно к конкретным условиям товаропроизводителя [11–13].

Для решения задачи выбора технологий и технических средств при наличии множества факторов, влияющих на принятие решения, использован структурный подход, который заключается в определении значимости и приоритетов среди имеющихся факторов с целью установления структуры их отношений. Структурный подход основан на анализе существующих аналогичных решений и их расширении за счет учета имеющихся недостатков.

Разработка структурной схемы по выбору технологий и технических средств – промежуточный этап разработки программного комплекса поддержки принятия решения управления производством продукции растениеводства.

Структурная схема представляет собой графическую модель, которая отображает совокупность объектов и связи между ними. В ней должны быть определены основные компоненты разрабатываемого программного обеспечения, их функции, а также правила коммуникации всех компонентов. Необходимо, чтобы структурная

<sup>1</sup>Росинформагротех. База данных агротехнологий. [Электронный ресурс]. – URL: <http://89.222.235.178/cgi-bin/WebIrbis3/Search1.exe?C21COM=Enter&I21DBN=AGRO>

<sup>2</sup>ExactFarming. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.exactfarming.com/ru/vozmozhnosti/>

<sup>3</sup>Agrivi. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.agrivi.com/ru/upravlenie-selhozpredprijatiem>

<sup>4</sup>AgCommand. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agcotechnologies.com/ensamf/products/detail/agcommand-app/>

<sup>5</sup>Гостев А.В. К вопросу выбора технологий возделывания зерновых культур при использовании адаптивно-ландшафтных систем земледелия // Перспективные технологии для современного сельскохозяйственного производства: сб. докладов Всерос. школы молодых ученых и специалистов / под ред. В.В. Окоркова, Л.И. Ильина. Суздаль, 2013. С. 3–9.

схема была модульной, с возможностью изменения пользовательского интерфейса, не затрагивать при этом основных модулей программы (совокупность которых может наращиваться), отвечающих за выполнение ее функций. Кроме того, необходимо разработать схему ввода и вывода информации [14]. Применение технологий удаленного доступа должно удовлетворять требованию модульности, что позволяет применить их в данном исследовании.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основе выполненного в ходе исследования анализа разработана структурная схема, в которой предусмотрены:

- ограничения, накладываемые агроклиматическими и производственными условиями сельхозтоваропроизводителя (объем и сроки работ, фитосанитарная обстановка, рельеф и контурность полей для выбора технологий и подбора рационального состава МТП);
- технико-экономические характеристики технических средств;
- фитосанитарная обстановка и структура посевных площадей;
- универсальность (применение программного обеспечения в любом сельскохозяйственном предприятии);
- ввод и вывод информации в удобной для пользователя форме.

На рисунке приведена структурная схема. В ней заложена технология удаленного доступа, основанная на применении облачных технологий, позволяющая через сеть Интернет получать доступ к программному обеспечению, независимо от версий программного обеспечения и оборудования. Вся информация в виде баз данных и системы обработки данных находятся на удаленном сервере<sup>6</sup> [15]. Таким образом, структурная схема включает в себя пользовательскую часть на стороне сельхозтоваропроизводителя и серверную часть СибФТИ СФНЦА РАН.

Структурная схема состоит из следующих блоков:

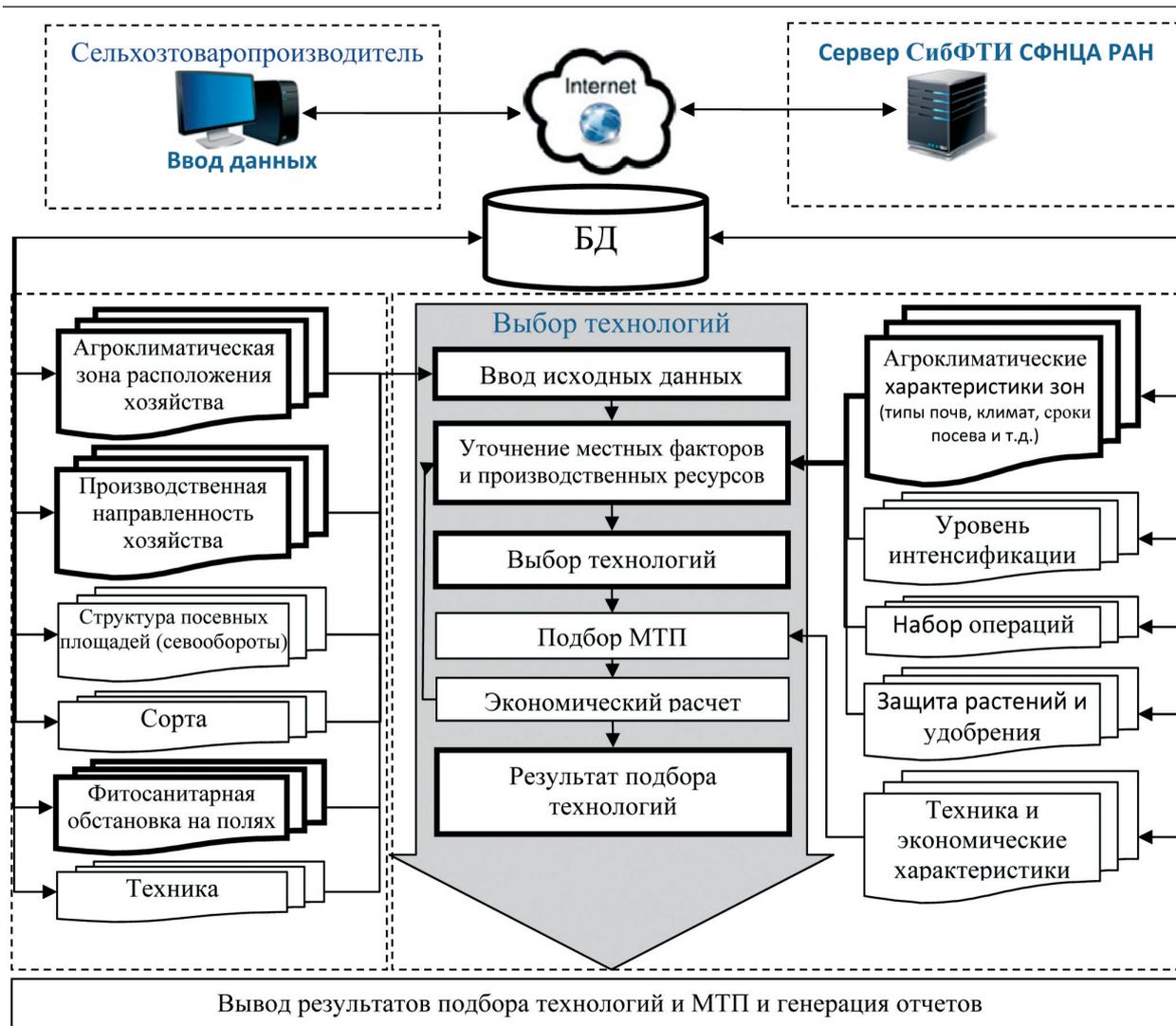
- база данных (БД) – на стороне сервера;
- ввод данных – на стороне пользователя;
- выбор технологий – на стороне сервера;
- вывод результатов подбора технологий и МТП, генерация отчетов – на стороне сервера и на стороне пользователя.

БД содержит всю необходимую информацию для выбора технологий и технических средств конкретного пользователя (агроклиматическая зона расположения хозяйства, его производственная направленность, структура посевных площадей, высеваемые сорта, фитосанитарная обстановка на полях, технические средства), а также справочную информацию по агроклиматическим характеристикам зон (типы почв, климат, сроки посева и др.), уровню интенсификации, набору технологических операций, защите растений и удобрениям, технике и ее экономическим характеристикам.

Информация о пользователе вводится в блоке «Ввод данных» с учетом имеющейся в БД информации. Эти данные могут корректироваться пользователем.

В блоке выбор технологий осуществляется уточнение условий товаропроизводителя согласно введенной пользователем информации и данными, хранящимися в БД, после чего осуществляется выбор технологий, удовлетворяющих заданным условиям. Для выбранных технологий выполняется подбор состава МТП и экономический расчет технологий, которые осуществляются с помощью программного комплекса «АГРОТЕХ» программного комплекса «ПИКАТ», разработанного в СибФТИ СФНЦА РАН согласно НИР 2011–2017 гг. [16].

<sup>6</sup>Исакова С.П., Лапченко Е.А. Информационные технологии для решения проблем в АПК // Инновационное развитие АПК: социально-экономические проблемы и пути решения: материалы междунар. очно-заочной науч.-практ. конф. (Новосибирск, 24–25 мая 2017 г.). Новосибирск, 2017. С. 117–119.



Новая структурная схема по выбору технологий и технических средств возделывания зерновых культур конкретного хозяйства

New structural diagram for the choice of technologies and technical means of crop cultivation at a certain farm

В блоке «Генерация отчетов» выполняется вывод результатов выбора технологий и подбора состава МТП, их экономических показателей, включая себестоимость продукции и стоимость МТП, месячные и годовые затраты на оплату труда механизаторов, удобрения, химические препараты и др.

В результате разработанная структурная схема по выбору технологий и технических средств в соответствии с поставленной задачей предусматривает выбор технологий и технических средств с учетом фитосанитарной обстановки за предыдущие годы, агроклиматических условий зоны разме-

щения хозяйства, а также местных факторов и производственных ресурсов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований разработана структурная схема по выбору технологий и технических средств, которая в соответствии с поставленной задачей учитывает объем работ и сроки их проведения, фитосанитарную обстановку за предыдущие годы, агроклиматические условия зоны размещения хозяйства, а также условия товаропроизводителя и производственные ресурсы.

На основе структурной схемы будет разработан программный комплекс, который в производстве будет способствовать опти-

мизации и реализации агротехнологических решений с учетом природно-климатических, фитосанитарных и производственных условий сельхозпредприятия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ткаченко В.В.* Методика многокритериальной комплексной оценки и выбора технологии возделывания сельскохозяйственных культур // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 123 (09). С. 1–19.
2. *Курбанов Р.Ф., Савиных П.А., Нечаев В.Н., Нечаева М.Л.* Оценка значимости факторов, влияющих на выбор ресурсосберегающих технологий в растениеводстве // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (136). С. 145–151.
3. *Diagne A., Glover S., Groom B., Phillips J.* Africa's Green Revolution? The determinants of the adoption of NERICAs in West Africa // SOAS Department of Economics Working Paper Series. SOAS, University of London. 2012. N 174.
4. *Bizimana J.C., Richardson J.W.* Agricultural technology assessment for smallholder farms: An analysis using a farm simulation model (FARMSIM) // Computers and electronics in agriculture 2019. N 156. P. 406–425. DOI: 10.1016/j.compag.2018.11.038
5. *Гостев А.В.* Автоматизированные программы выбора технологии возделывания зерновых культур в ЦЧР // Земледелие. 2013. № 1. С. 8–11.
6. *Кирюшин В.И.* Экологические основы земледелия: монография. М.: Колос, 1996. 336 с.
7. *Гостев А.В., Пыхтин А.И.* Современные подходы к автоматизации рационального выбора адаптивных агротехнологий // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 11. С. 71–74.
8. *Краснощечков Н.В., Кирюшин В.И.* Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства: монография. М.: Росинформагротех, 1999. 515 с.
9. *Власенко А.Н., Шарков И.Н., Иодко Л.Н.* Эффективность технологии и воспроизводство плодородия черноземов лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2005. № 5. С. 16–18.
10. *Barnes A., De Soto I., Eory V., Beck B., Balafoitis A., Sánchez B., Vangeyte J., Fountas S., van der Wal T., Gyme-Barbero M.* Influencing factors and incentives on the intention to adopt

precision agricultural technologies within arable farming systems // Environmental Science. 2019. N 93. P. 66–74.

11. *Альт В.В.* Перспективы автоматизации в агропромышленном комплексе // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 1999. № 3–4. С. 59–65.
12. *Janssen S.J.C., Porter Ch.H., Moore A.D., Athanasiadis I.N., Foster I., Jones J.W., Antle J.M.* Towards a new generation of agricultural system data, models and knowledge products: Information and communication technology // Agricultural Systems. 2016. P. 1–13. DOI: 10.1016/j.agsy.2016.09.017.
13. *Макконнелл С.* Совершенный код. Мастер-класс / пер. с англ. М.: Русская редакция, 2010. 896 с.
14. *Лапченко Е.А., Исакова С.П., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А.* Применение WEB-приложений для выбора технологий в растениеводстве // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 3. С. 84–90.
15. *Лапченко Е.А., Исакова С.П., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А.* Интернет-технологии в сельском хозяйстве // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. Т. 47. № 3. С. 76–81.
16. *Боброва Т.Н., Колпакова Л.А., Лапченко Е.А., Исакова С.П.* Применение информационных технологий при планировании производства зерна // Вычислительные технологии. 2016. Т. 21. № 1. С. 41–52.

## REFERENCES

1. Tkachenko V.V. Metodika mnogokriterial'noi kompleksnoi otsenki i vybora tekhnologii vozdelevaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. [Methods of multi-criteria complex assessment and choice of crop cultivation technology] *Nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Scientific Journal of Kuban State Agrarian University], 2016, no 123 (09), pp. 1–19. (In Russian).
2. Kurbanov R.F., Savinykh P.A., Nechaev V.N., Nechaeva M.L. Otsenka znachimosti faktorov, vliyayushchikh na vybor resursosberegayushchikh tekhnologii v rastenievodstve. [Assessment of the significance of factors influencing the choice of resource-saving technologies in plant growing] *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], 2016, no 2 (136), pp. 145–151. (In Russian).
3. Diagne A., Glover S., Groom B., Phillips J. Africa's Green Revolution? The determinants

- of the adoption of NERICAs in West Africa *SOAS Department of Economics Working Paper Series*. SOAS, University of London, 2012, no 174.
4. Bizimana J.C., Richardson J.W. Agricultural technology assessment for smallholder farms: An analysis using a farm simulation model (FARMSIM). *Computers and electronics in agriculture*, 2019, no 156, pp. 406–425. DOI: 10.1016/j.compag.2018.11.038
  5. Gostev A.V. Avtomatizirovannye programmy vybora tekhnologii vozdelevaniya zernovykh kul'tur v TsChR. [Automated software for choice of grain crop cultivation technologies of Central Chernozem region] *Zemledelie* [Magazine “Zemledelie”], 2013, no 1, pp. 8–11. (In Russian).
  6. Kiryushin V.I. *Ekologicheskie osnovy zemledeliya* [Ecological basis of farming]. M.: Kolos Publ., 1996, 336 p. (In Russian).
  7. Gostev A.V., Pykhtin A.I. Sovremennye podkhody k avtomatizatsii ratsional'nogo vybora adaptivnykh agrotekhnologii [Modern approaches to automation of the rational choice of adaptive agro-technologies] *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2018, vol. 32, no 11, pp. 71–74. (In Russian).
  8. Krasnoshchekov N.V., Kiryushin V.I. *Federal'nyi registr tekhnologii proizvodstva produktsii rastenievodstva* [Federal register of crop production technologies]. M.: Rosinformagrotekh Publ., 1999, 515 p. (In Russian).
  9. Vlasenko A.N., Sharkov I.N., Iodko L.N. Effektivnost' tekhnologii i vosproizvodstvo plodorodiya chernozemov lesostepi Zapadnoi Sibiri [Effectiveness of technologies and chernozem soil fertility recovery of forest-steppe of Western Siberia]. *Zemledelie* [Magazine “Zemledelie”], 2005, no 5, pp. 16–18. (In Russian).
  10. Barnes A., De Soto I., Eory V., Beck B., Balfoutis A., Sónchez B., Vangeyte J., Fountas S., van der Wal T., Gymez-Barbero M. Influencing factors and incentives on the intention to adopt precision agricultural technologies within arable farming systems. *Environmental Science*, 2019, no 93, pp. 66–74.
  11. Al't V.V. Perspektivy avtomatizatsii v agropromyshlennom komplekse [Automation prospects in agro-industrial complex]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 1999, no 3-4, pp. 59–65. (In Russian).
  12. Janssen S.J.C., Porter Ch.H., Moore A.D., Athanasiadis I.N., Foster I., Jones J.W., Antle J.M. Towards a new generation of agricultural system data, models and knowledge products: Information and communication technology. *Agricultural Systems*, 2016, pp. 1–13. DOI: 10.1016/j.agsy.2016.09.017. (In Russian).
  13. Makkonnell S. *Sovershennyi kod. Masterklass / per. s angl.* [Perfect code. Master class]. M.: Russkaya redaktsiya Publ., 2010, 896 p. (In Russian).
  14. Lapchenko E.A., Isakova S.P., Bobrova T.N., Kolpakova L.A. Primenenie WEB-prilozhenii dlya vybora tekhnologii v rastenievodstve [The use of WEB-applications for the selection of crop growing technologies]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no 3, pp. 84–90. (In Russian).
  15. Lapchenko E.A., Isakova S.P., Bobrova T.N., Kolpakova L.A. Internet-tekhnologii v sel'skom khozyaistve [Internet technologies in agriculture]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2017, vol. 47, no 3, pp. 76–81. (In Russian).
  16. Bobrova T.N., Kolpakova L.A., Lapchenko E.A., Isakova S.P. Primenenie informatsionnykh tekhnologii pri planirovanii proizvodstva zerna [The use of information technologies for crop production planning]. *Vychislitel'nye tekhnologii* [Computational technologies], 2016, vol. 21, no 1, pp. 41–52. (In Russian).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Альт В.В.**, академик РАН, доктор технических наук, профессор, руководитель подразделения; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: sibfti.n@ngs.ru

**Исакова С.П.**, старший научный сотрудник

**Лапченко Е.А.**, старший научный сотрудник

**Ёлкин О.В.**, кандидат технических наук, ведущий сотрудник

#### AUTHOR INFORMATION

✉ **Alt V.V.**, Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Science in Engineering, Director of Research Subdivision; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: sibfti.n@ngs.ru

**Isakova S.P.**, Senior Researcher

**Lapchenko E.A.**, Senior Researcher,

**Elkin O.V.**, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher

Дата поступления статьи 27.02.2019  
Received by the editors 27.02.2019