

На правах рукописи



**Балушкина Елена Андреевна**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ  
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЮЖНО-ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ  
НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Специальность 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Новосибирск 2021

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Сибирском федеральном научном центре агробιοтехнологий Российской академии наук (СФНЦА РАН).

**Научный руководитель:** **Докин Борис Дмитриевич**, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:** **Раднаев Даба Нимаевич**, доктор технических наук, доцент кафедры «Механизация сельскохозяйственных процессов» ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова»

**Кем Александр Александрович**, кандидат технических наук, доцент, заведующий отделом механизации и экономических исследований ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»

**Ведущая организация:** ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет

Защита состоится 27 декабря 2021 г. в 10-00 часов на заседании диссертационного совета Д 002.278.01, созданном на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук, по адресу: 630501, Новосибирская область, Новосибирский район, р. п. Краснообск-1, СФНЦА РАН, а/я 463, телефон (факс): 8(383) 348-12-09, e-mail: [aspsibime@ngs.ru](mailto:aspsibime@ngs.ru).

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью вашего учреждения, просим направлять в адрес диссертационного совета.

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале СибИМЭ СФНЦА РАН. Автореферат и диссертация размещены на сайтах: [www.sfsca.ru](http://www.sfsca.ru), <https://vak.minobrnauki.gov.ru>

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Н.Н. Назаров

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Одно из основных направлений растениеводства Новосибирской области – возделывание зерновых культур. Для повышения эффективности производства и оптимизации затрат материально-технических ресурсов на производство продукции необходимо выбирать технологии, способные обеспечить получение имеющегося потенциала урожайности сортов зерновых культур.

При имеющихся возможностях и ресурсном потенциале региона прирост продукции растениеводства, эффективность зернового производства и повышение его конкурентоспособности сдерживаются рядом проблем.

В последние десятилетия наблюдается тенденция снижения обеспеченности хозяйств квалифицированными кадрами. Анализ человеческого ресурса показывает, что число работающих в сельскохозяйственных организациях с 1990 г. по 2010 г. сократилось примерно в 5 раз. Производительность труда за тот же период повысилась примерно в 4 раза. На основе анализа этих тенденций в сфере изменений кадрового ресурса можно сделать вывод о дефиците в сельскохозяйственной отрасли специалистов высокой квалификации.

Существует несколько путей решения проблемы недостатка квалифицированных механизаторов: рациональное и эффективное использование трудовых ресурсов; использование более производительной энергонасыщенной техники; применение другой технологии возделывания и уборки зерна в зависимости от уровня ресурсообеспеченности; применение организационно-технологических мероприятий

Однако состояние машинно-тракторного парка является одним из сдерживающих факторов развития отрасли. Недостаточная энергообеспеченность хозяйств не позволяет осваивать им инновационные технологии производства. По данным Иванова Н.М. и Корниенко И.О. энерговооруженность в Новосибирской области на 2015-2019 гг. составила порядка 170 л.с. на 100 га посевов, по России этот показатель равен 200 л.с. по данным Росстата. Для освоения инновационных технологий производства необходимо порядка 300 л.с на 100 га посевов.

Поскольку эффективность сельскохозяйственного производства в значительной степени обусловлена уровнем используемого научного потенциала и применением информации, становятся актуальными задачи систематизации знаний, представления их в виде, доступном для товаропроизводителей.

### **Степень научной разработанности темы.**

Вопрос выбора технологий и оптимизации машинно-тракторного парка неоднократно поднимался на протяжении последних десятилетий. Этому посвящены работы Беляева В.И., Булавского В.А., Борисевича И.В., Власенко А.Н., Докина Б.Д., Еникеева В.Г., Жака С.В., Жукевича К.И.,

Журавлева Г.Е., Иодко Л.Н., Канторовича Л.В., Кем А.А., Киртбая Ю.К., Константинова М.М., Ленского А.В., Липковича Э.И., Любимцева А.Г., Максимовой Т.Т., Мининзона В.И., Назарова Н.Н., Окунева Г.А., Павлова Б.В., Прокопенко В.А., Пронина В.М., Пушкаревой П.В., Раднаева Д.Н., Финна Э.А., Хабатова Р.Ш., Хасеневич И.М., Холмова В.Г., Шаркова И.Н., Шкурбы В.В., Щеглова П.С., Яковлева Н.С. и др.

На сегодняшний день по этой теме ведутся научные разработки в рамках научно-исследовательских работ и грантов. Также существуют методы подбора оптимального состава машинно-тракторного парка, основанные на разных стоимостных критериях. Некоторые методы реализованы в виде программного обеспечения в отечественных и зарубежных разработках.

Нами предложены математическая модель, алгоритм и методика обоснования выбора альтернативных вариантов технических средств, предложена компьютерная программа с использованием анализа технологий в южной лесостепной зоне Новосибирской области.

**Цель исследования.** Обосновать альтернативные варианты технических средств для формирования машинно-тракторного парка при возделывании зерновых культур в южно-лесостепной зоне Новосибирской области.

**Объект исследования.** Технологические процессы при возделывании зерна в южно-лесостепной зоне Новосибирской области.

**Предмет исследования.** Закономерности взаимодействия технического оснащения технологических операций при возделывании зерна южно-лесостепной зоны Новосибирской области.

**Задачи исследования:**

1. Обосновать методы выбора технического обеспечения возделывания зерновых культур в южно-лесостепной зоне Новосибирской области.

2. Разработать математическую модель и алгоритм выбора технического обеспечения возделывания зерновых культур в южно-лесостепной зоне Новосибирской области.

3. Выявить взаимосвязь технического обеспечения возделывания зерновых культур в южно-лесостепной зоне Новосибирской области в зависимости от ресурсного потенциала сельскохозяйственного предприятия.

4. Оценить экономическую эффективность рассчитанных вариантов технических средств для возделывания зерновых культур при выбранных технологиях их возделывания.

**Научную новизну** исследований представляют:

- математическая модель и алгоритм выбора технического обеспечения возделывания зерновых культур, реализованные в программном обеспечении для их испытания;

- взаимосвязь технического и технологического обеспечения

возделывания зерновых культур в зависимости от ресурсного потенциала сельскохозяйственного предприятия;

- методика выбора альтернативных вариантов технического обеспечения технологий возделывания зерновых культур в южно-лесостепной зоне Новосибирской области в зависимости от ресурсообеспеченности сельхозтоваропроизводителей.

#### **Теоретическая и практическая значимость работы:**

- дано теоретическое обоснование подбора технического обеспечения с учетом ограничений по срокам и объемам работ и оценки по экономическому критерию и критерию потребности в квалифицированных механизаторах;

- разработана математическая модель и алгоритм выбора оптимального состава машинно-тракторных агрегатов по совокупности критериев, позволяющие формировать машинно-тракторный парк на основе оценки экономической эффективности технологий для возделывания зерновых культур;

- даны рекомендации по выбору альтернативных вариантов технических средств при возможных ограничениях по обеспеченности в кадрах механизаторов.

**Методы исследования.** В ходе исследования применялись системный подход, математический анализ материалов, экономическая оценка, методы математического программирования. Экспериментальные исследования проводились на данных реального хозяйства ЗАО «Новомайское» с использованием на персональном компьютере программного комплекса «Агро» и web-приложения «АГРОТЕХ», на которые получены свидетельства о государственной регистрации.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Математическая модель выбора технического обеспечения возделывания зерновых культур.

2. Алгоритм выбора технического обеспечения возделывания зерновых культур.

3. Взаимосвязь технологического обеспечения возделывания зерновых культур в зависимости от ресурсного потенциала сельскохозяйственного предприятия.

#### **Степень достоверности и апробация результатов.**

Достоверность результатов проведенных исследований обеспечивается применением современных методов сбора и обработки информации, современных программных средств. Достоверность подтверждена сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований с фактическими данными расчетов машинно-тракторного парка закрытого акционерного общества (ЗАО) «Новомайское» Краснозерского района Новосибирской области, соответствием полученных результатов результатам, представленным в независимых источниках. Работа выполнена в рамках

Государственных заданий ФГБУН СФНЦА РАН (структурного подразделения СибФТИ) на 2011-2015 гг. по теме № 24.04.Н5 «Разработать методические приемы и программно-технологическое обеспечение сопровождения машинных агротехнологий сельскохозяйственного предприятия для устойчивого производства продукции растениеводства» и на 2016-2017 гг. по теме № 0778-2016-0081 «Разработать системные решения, программно-аппаратные средства и программно-технологическое обеспечение сопровождения машинных агротехнологий, включая новые методы безразборной диагностики ДВС энергонасыщенной техники и обработки гетерогенных данных сельскохозяйственного предприятия».

Результаты работы докладывались и обсуждались на форсайт-сессии «Прогнозы и перспективы развития АПК Сибири: взгляд молодых ученых» (Новосибирск, 2015); на международной научно-практической конференции «Информационные технологии, системы и приборы в АПК. АГРОИНФО-2016» (Новосибирск, 2016); на международной научно-практической конференции «Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых» (Новосибирск, 2017); на российской конференции «Распределенные информационно-вычислительные ресурсы (DICR-2017)» (Новосибирск, 2017); на международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы электронного приборостроения» (Новосибирск, 2018), на международной онлайн-конференции «АГРОНАУКА-2020» (Новосибирск, 2020).

#### **Реализация результатов работы.**

Подбор состава машинно-тракторного парка и экономические расчеты осуществлялись с помощью web-приложения «АГРОТЕХ», которое входит в состав программного комплекса «ПИКАТ». На web-приложение «АГРОТЕХ» получено свидетельство о государственной регистрации № 2015663535 от 23.12.2015 г. На программный комплекс «ПИКАТ» получен акт внедрения в ЗАО «Новомайское» от 30.01.2018 и свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU С №2016618502 от 01.08.2016.

**Публикации.** По теме диссертационной работы опубликовано 20 печатных работ, в том числе 4 работы опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов по работе, списка литературы, насчитывающего 104 наименований, включая 6 иностранных источников, и приложений, изложена на 131 странице, включающих 11 рисунков, 29 таблиц.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введение** обоснована актуальность диссертационной работы, представлены её научная новизна и основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** «Состояние вопроса и задачи исследования» дана краткая характеристика условий возделывания зерна в южно-лесостепной зоне Новосибирской области и характеристики основных хозяйств этой зоны, представлен анализ подходов оценки и выбора технологий.

Рассмотрены особенности взаимного влияния урожайности, сроков проведения полевых работ, структуры машинно-тракторного парка и эксплуатационных затрат, в результате анализа которых сделан вывод о необходимости формирования оптимального состава машинно-тракторного парка для обоснования выбора технологий по экономическим показателям.

Анализ ранее выполненных научных исследований по выбору технологий и технических средств возделывания зерна позволяет сделать заключение, что недостаточно внимания уделяется ресурсным ограничениям сельскохозяйственных предприятий, а именно вопросу дефицита квалифицированных механизаторов при экономической оценке и выборе средств механизации, что послужило основой для формулирования цели и задач исследования, приведенных выше.

**Во второй главе** «Теоретические предпосылки» представлен анализ методик и математико-экономических моделей оценки и выбора технологий и структуры машинно-тракторного парка, потребности в квалифицированных кадрах по сельскохозяйственным организациям, а также рассмотрены данные о применении различных уровней интенсификации и получаемой урожайности зерновых по Новосибирской области.

На основе анализа среднегодовых результатов растениеводства Новосибирской области по различному уровню интенсификации возделывания зерновых показана перспективность применения интенсивных технологий, которые выбраны для данного исследования. В данном исследовании рассмотрены три технологии возделывания зерновых культур: интенсивная на базе отвальной обработки почвы, интенсивная на базе минимальной обработки почвы и интенсивная на базе no-till.

На основе проведенного анализа тенденций в сельскохозяйственной отрасли в качестве критериев оптимизации состава технических средств выбраны качественный и количественный состав механизаторов, прямые эксплуатационные затраты, определяемые согласно ГОСТ Р 53056-2008.

Представлен метод сквозного просмотра годовых комплексов работ, который применяется в качестве подтверждения достоверности результатов расчетов. Метод сквозного просмотра годовых комплексов работ учитывает дефицит механизаторов не в полной мере, т.к. не учитывает их квалификацию, позволяющую работать на высокопроизводительной технике.

Блок-схема алгоритма метода сквозного просмотра годовых комплексов работ представлена на рисунке 1. На рисунке 2 представлен пример графика годовой загрузки тракторов. На его основе которого проводится построение базисного варианта плана годового комплекса сельскохозяйственных работ методом сквозного просмотра годовых комплексов работ.



Рисунок 1 - Блок-схема алгоритма метода сквозного просмотра вариантов годовых комплексов работ

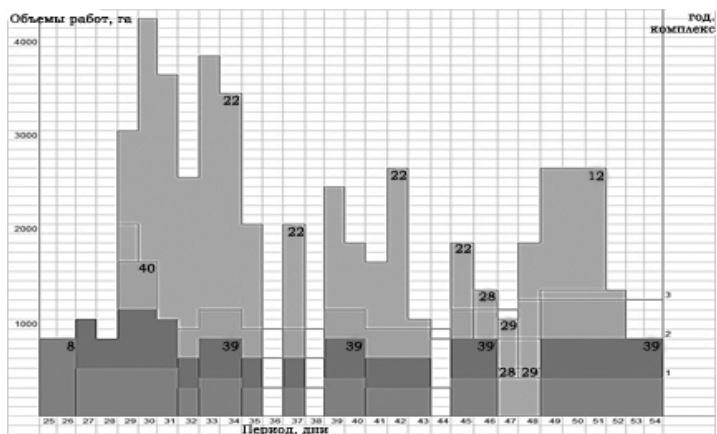


Рисунок 2 – Пример графика годовой загрузки



Для подбора оптимального машинно-тракторного парка по критериям минимума прямых эксплуатационных затрат и минимума механизаторов с учетом ресурсных ограничений разработана математическая модель выбора технического обеспечения возделывания зерновых культур и алгоритм выбора технического обеспечения возделывания зерновых культур в условиях ресурсных ограничений.

Математическая модель выбора технического обеспечения возделывания зерновых культур представлена формулами (1)-(5).

Критерий минимума прямых эксплуатационных затрат определяется выражением:

$$\sum_{g=1}^G \sum_{p_g=1}^{P_g} \sum_{r=1}^{R_{p_g}} \sum_{a=1}^{A_r} \left( Gsm_{ar} \cdot Ga_{arp_g} \cdot C \cdot k_a + AT_{arp_g} + AC_{arp_g} + TOT_{arp_g} + \right. \\ \left. + TOC_{arp_g} + CM_{arp_g} \cdot ЧМ_{arp_g} \cdot H_{arp_g} \cdot \left( 1 + \frac{O_{arp_g}}{100} \right) \right) = F_1 \rightarrow \min \quad (1)$$

где:  $G$  – рабочая группа;  $P_g$  – периоды, на которые разбиты технологические операции, входящие в  $g$ -ю группу;  $R_{p_g}$  – технологические операции, вошедшие в  $p_g$ -й период;  $A_r$  – общее число агрегатов, выполняющих работу  $r$ , шт.;  $Gsm_{ar}$  – расход ГСМ  $a$ -го агрегата на  $r$ -й работе, кг/га;  $Ga_{arp_g}$  – объем работ  $a$ -го агрегата на  $r$ -й работе в  $p_g$ -й период, га;  $C$  – стоимость ГСМ, руб./кг;  $k_a$  – коэффициент учета стоимости ГСМ (отечественной техники и стран СНГ – 1,1; зарубежной – 1,25);  $TOT_{arp_g}$ ,  $TOC_{arp_g}$  – затраты на техобслуживание и ремонт для трактора и сельскохозяйственной машины  $a$ -го агрегата на  $r$ -й работе в  $p_g$ -й период, руб.;  $CM_{arp_g}$  – ставка механизатора, работающего на  $a$ -м агрегате на  $r$ -й работе в  $p_g$ -й период, руб./смена;  $AT_{arp_g}$ ,  $AC_{arp_g}$  – затраты на амортизацию (под амортизацией понимается начисления амортизационных отчислений) для трактора и сельскохозяйственной машины  $a$ -го агрегата на  $r$ -й работе в  $p_g$ -й период, руб.;  $ЧМ_{arp_g}$  – число механизаторов  $a$ -го агрегата, требуемых для выполнения  $r$ -й работы в  $p_g$ -й период;  $H_{arp_g}$  – норма  $a$ -го агрегата при выполнении  $r$ -й работы в  $p_g$ -й период, смена;  $O_{arp_g}$  – социальные отчисления за выполнение  $r$ -й работы в  $p_g$ -й период, %.

Критерий оптимизации по числу механизаторов определяется выражением:

$$\sum_{g=1}^G \sum_{p_g=1}^{P_g} \sum_{r=1}^{R_{p_g}} \sum_{a=1}^{A_r} ЧМ_{arp_g} = F_2 \rightarrow \min, \quad (2)$$

При этом должны выполняться ограничения, выраженные формулами (3)-(5).

$$\sum_{r \in R_{p_g}} \sum_{a=1}^{A_r} b_{ar}^t \cdot x_{arp_g} \leq x_t, \quad \sum_{r \in R_{p_g}} \sum_{a=1}^{A_r} b_{ar}^s \cdot x_{arp_g} \leq x_s, \quad (3)$$

где:  $b_{ar}^t, b_{ar}^s$  – число тракторов и сельскохозяйственных машин марок  $t$  и  $s$  в агрегате  $a$ , выполняющий работу  $r$ ;  $x_t, x_s$  – число тракторов и сельскохозяйственных машин марок  $t$  и  $s$  данного хозяйства.

$$\sum_{p_g=1}^{P_g} \sum_{a=1}^{A_r} SR_{ar} \cdot x_{arp_g} - \min_{a \in A_r} SR_{ar} < Sq_r, \quad (4)$$

где:  $SR_{ar}$  – производительность  $a$ -го агрегата на  $r$ -й работе, га/смена;  $x_{arp_g}$  – количество  $a$ -х агрегатов, требующихся для выполнения  $r$ -й работы в  $p$ -м периоде группы с номером  $g$ , шт.;  $Sq_r$  – объем  $r$ -й работы, га;

$$x_t \geq 0; x_s \geq 0; x_{arp_g} \geq 0; ЧМ_{arp_g} \geq 0; (r \in R_{p_g}), \quad (5)$$

где:  $ЧМ_{arp_g}$  – число механизаторов агрегата  $a$ , необходимых для выполнения работы  $r$  в период  $p_g$ .

Разработанная нами блок-схема алгоритма выбора технического обеспечения возделывания зерновых культур представлена на рисунке 3.

Метод подбора оптимального состава машинно-тракторного парка заключается в следующем:

1. Подготавливаются исходные данные.
2. Все технологические операции, которые необходимо выполнить, упорядочиваются по датам начала и окончания работ.
3. Просматриваются все работы, начиная с первой, и по порядку.

Если дата окончания текущей работы меньше даты начала следующей, т.е. сроки их выполнения не пересекаются, то выделяется расчетная группа работ. Определяются для всех технологических операций такие расчетные группы (далее группы)  $g = 1, \dots, G$ .

4. Просматриваются все группы, начиная с первой, и по порядку. Предполагаем, что все работы, входящие в текущую группу, входят в один расчетный период (далее период). Если появляется хотя бы одна работа, сроки выполнения которой пересекаются с какой-либо другой работой в рассматриваемом периоде, выделяется новый период. Далее определяются для всех технологических операций, входящих в  $g$ -ю группу, периоды  $p_g=1, \dots, P_g$ .

5. Проводится подбор вариантов для каждого периода, начиная с 1 до  $P_g$ . Рассматриваются технологические операции, вошедшие в  $p_g$ -й период,  $r=1, \dots, R_{p_g}$ . Для них подбираются все возможные варианты распределения техники при соблюдении ряда ограничений:

- число тракторов и сельскохозяйственных машин  $b_{ar}^t, b_{ar}^s$   $t$ -й и  $s$ -й марки, входящих в  $a$ -й агрегат,  $a=1, \dots, A_r$ , выполняющий  $g$ -ю работу, необходимых для выполнения заданного объема на работах в периоде с номером  $p_g$  не должно превосходить их общего числа  $x_t, x_s$ , необходимого для данного хозяйства (формула (3));

- во время выполнения технологических операций техника должна быть работоспособной;

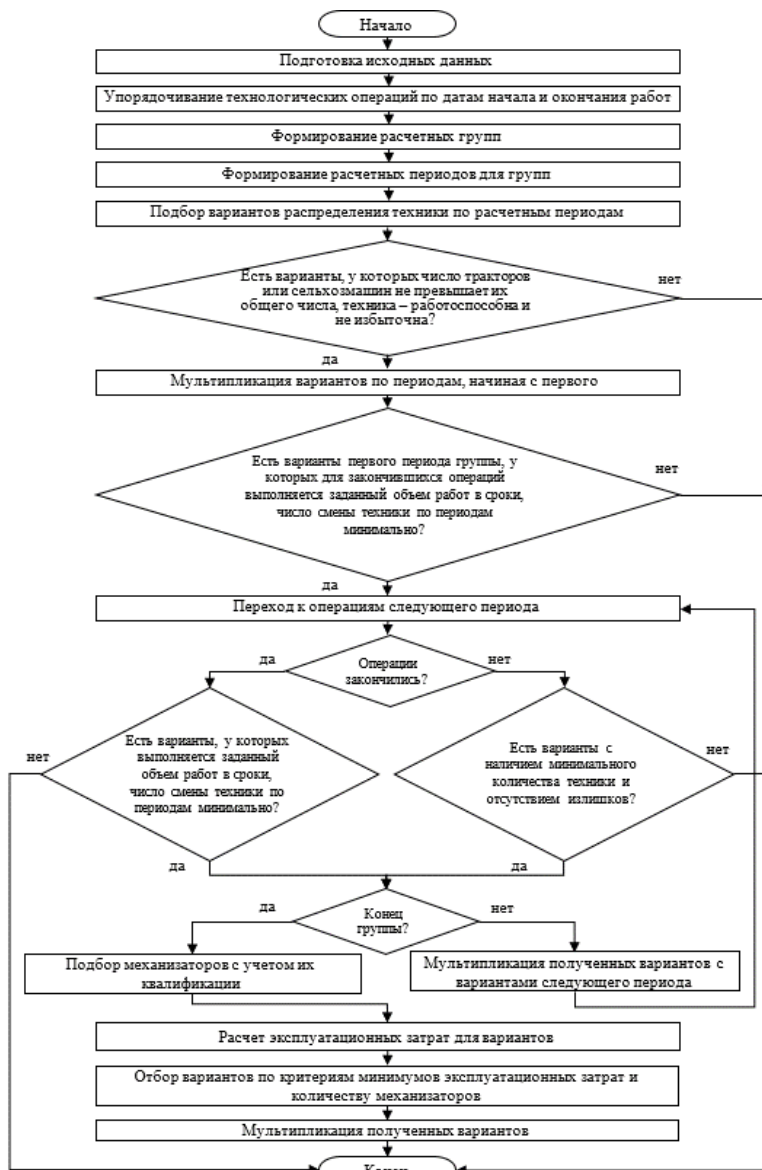


Рисунок 3 - Блок-схема алгоритма выбора технического обеспечения возделывания зерновых культур, реализованная в программе «АГРОТЕХ»

- должно выполняться условие неизбыточности техники, т.е. выполнения сверх заданного объема работ не должно быть (формула (4));

- значения должны быть неотрицательными.

6. Проводится мультипликация вариантов двух соседних периодов в  $g$ -й группе,  $p_g$  и  $p_{g+1}$ , начиная с  $p=1$ .

7. Все закончившиеся операции, вошедшие в период  $p_g=1$ , проверяются на выполнение заданного объема работ в заданные сроки и минимальное число смены техники по периодам.

8. Рассматриваются все операции, вошедшие в период  $p_{g+1}$ . Все закончившиеся операции проверяем на выполнение тех же условий, что и в  $p_g=1$ . Незаконченные операции проверяем на наличие минимального количества техники, необходимого на выполнение заданного объема работ и отсутствие излишков техники при работе в рассматриваемых периодах.

9. Полученные варианты, удовлетворяющие условиям, используются для мультипликации с вариантами следующего периода и т.д. Пока не будут рассмотрены все периоды с 1 до  $P_g$ , повторяется предыдущий шаг, в противном случае осуществляется переход к следующему шагу.

10. В конце группы для полученных вариантов проводится подбор механизаторов с учетом их квалификации. В случае недостаточности их количества необходимого разряда проводится подбор механизаторов более высокой квалификации. Рассматриваемый вариант отбрасывается в случае отсутствия необходимого числа механизаторов.

11. Для полученных на предыдущем этапе вариантов проводится расчет прямых эксплуатационных затрат.

12. Из всех вариантов выбираются те, которые удовлетворяют двум критериям: минимуму прямых эксплуатационных затрат (формула (1)) и минимуму механизаторов (формула (2)).

13. Выполняется подбор вариантов распределения имеющейся техники и механизаторов по всем группам от 1 до  $G$ . По полученным вариантам, оптимальным по критериям минимумов и удовлетворяющих наложенным ограничениям, проводится мультипликация. Полученное в результате расчетов решение является оптимальным по критериям минимума прямых эксплуатационных затрат и минимума механизаторов.

Выбор вариантов по критериям минимума прямых эксплуатационных затрат и количества механизаторов осуществляется так:

- выбирается рассчитанный вариант с минимальным значением прямых эксплуатационных затрат, фиксируется значение зависимостей  $F_2$ ;
- варианты, у которых количество механизаторов превышает зафиксированное значение, исключаются;
- из оставшихся вариантов выбирается вариант с минимальным количеством механизаторов, фиксируется значение зависимостей  $F_1$ ;
- варианты, у которых прямые эксплуатационные затраты превышают зафиксированное значение, исключаются;
- оставшиеся варианты удовлетворяют критериям минимумов зависимостей  $F_1$  и  $F_2$ .

**В третьей главе** «Программа и методика исследований» представлена программа диссертационного исследования, дано обоснование выбора методов подбора оптимального состава машинно-тракторного парка, обоснование выбора хозяйства для моделирования, приведены методики формирования исходных данных, расчета эксплуатационных затрат на производство, расчета и обоснования выбора альтернативных вариантов технических средств.

На основе анализа методов обоснования структуры машинно-тракторного парка выбран метод сквозного просмотра вариантов годовых комплексов работ и метод, основанный на разработанных математической модели и алгоритме выбора оптимального состава технических средств по совокупности критериев.

Первый метод, как известный ранее, выбран в качестве подтверждения правдивости результатов расчетов. Второй метод, учитывающий не только потребность в механизаторах, но и их квалификацию, выбран в качестве выполнения расчетов исследования.

Основываясь на хозяйственной деятельности, уровне интенсификации технологий, объеме возделывания зерновых культур, расположенности в южно-лесостепной зоне Новосибирской области для исследований выбрано ЗАО «Новомайское», как представительское хозяйство, находящееся на нормальном уровне технологий.

Методика расчета и обоснования выбора альтернативных вариантов технических средств предусматривает расчет с применением программного комплекса «Агро», реализующего метод сквозного просмотра вариантов годовых комплексов работ на укрупненных данных хозяйства для получения предварительных расчетов, и расчет с применением программного комплекса «ПИКАТ», реализующего математическую модель и алгоритм выбора технического обеспечения возделывания зерновых культур.

Методика включает подготовку исходных данных для моделирования, их внесение в программу «ПИКАТ», запуск выполнения расчетов для выбора вариантов по минимумам прямых эксплуатационных затрат и количеству механизаторов, формирование таблицы затрат по полученным результатам для технологий. Из списка агрегатов формируется таблица технических средств, необходимых для выполнения заданной технологии, из списка занятых механизаторов определяется их количество, необходимое для выполнения заданной технологии.

Продолжительность посева пшеницы, рекомендованной для южно-лесостепной зоны, составляет 12 дней, при этом средняя урожайность в ЗАО «Новомайское» составляет порядка 20 ц/га. В работе нами предложена продолжительность посева пшеницы – 10 дней. Сокращение сроков посева целесообразно в связи с весенними воздушными засухами, случающимися в выбранной зоне, и потерями урожая на уборке при увеличении сроков.

Оценка экономической эффективности рассматриваемых технологий и машинно-тракторного парка, определяется прямыми эксплуатационными затратами, себестоимостью и потребностью в механизаторских кадрах на 1000 га посевов зерновых.

Все расчеты выполняются в условиях посева пшеницы в 12 дней (согласно рекомендациям), затем выполняются при условии посева в 10 дней (согласно нашему предположению). По полученным результатам расчетов строятся графики потребности в тракторах в зависимости от сроков выполнения работ, эксплуатационных затрат и стоимости машинно-тракторного парка. На основании полученных расчетов осуществляется выбор технологии с учетом ресурсного потенциала хозяйства.

**В четвертой главе** «Результаты исследований» рассмотрен анализ результатов математического моделирования вариантов подбора машинно-тракторного парка, выполненных на примере данных хозяйства ЗАО «Новомайское» Новосибирской области Краснозерского района.

Основное направление производства ЗАО «Новомайское» - зерновое производство. Общая площадь сельскохозяйственных угодий занимает 28613 га, площадь посевов - 65 %. В структуре посевных площадей яровая пшеница занимает около 68 %, яровой ячмень и яровой овес – по 5 %, зернобобовые – 8 %, однолетние травы – 4 %, многолетние травы – 10 %.

Анализ результатов математического моделирования с применением программного комплекса «Агро», реализующего метод сквозного просмотра вариантов годовых комплексов работ, показал, что для обеспечения выполнения сроков посевов в десять дней при заданном объеме работ, десятичасовой смене и двухсменном режиме хозяйство недостаточно обеспечено сельскохозяйственной техникой. Кроме того, увеличение потребности в технике ведет к увеличению потребности в механизаторах (с учетом двухсменного режима). Однако сокращение сроков посева целесообразно в связи с весенними воздушными засухами, случающимися в выбранной зоне и потерями урожая на уборке при увеличении сроков (в засушливые годы потери урожая особенно значимы, согласно научной литературе, в среднем потери по яровой пшенице составляют от 0,77 % до 1,0 % на каждый день задержки).

В результате исследования разработана математическая модель выбора технического обеспечения возделывания зерновых культур в условиях ресурсных ограничений и алгоритм выбора технического обеспечения возделывания зерновых культур по совокупности критериев минимума эксплуатационных затрат и минимума механизаторов, представленные в главе «Теоретические предпосылки».

На их основе разработана компьютерная программа «АГРОТЕХ», которая входит в состав программного комплекса «ПИКАТ». На «АГРОТЕХ» получено свидетельство о регистрации № 2015663535 от 23.12.2015 г. На «ПИКАТ» получен акт внедрения в ЗАО «Новомайское» от

30.01.2018 и свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU С № 2016618502 от 01.08.2016.

Результаты экономико-математического моделирования с применением компьютерной программы «АГРОТЕХ» для трех интенсивных технологий на базе отвальной обработки почвы, минимальной обработки почвы, нулевой технологии (no-till) при посеве пшеницы в 12 дней приведен в таблице 1, при посеве в 10 дней – в таблице 2.

Таблица 1 – Полученные результаты по трем технологиям на интенсивном фоне при посеве пшеницы в 12 дней

Показатели	Вспашка	Минимальная	No-till
Затраты на ГСМ, тыс. руб.	25429	20667	9223
Оплата труда, тыс. руб.	1531	1202	693
Амортизация и затраты на техническое обслуживание, тыс. руб.	28174	23133	18765
Затраты на средства защиты и удобрения, тыс. руб.	130311	130311	130311
Затраты на семена, тыс. руб.	44766	44766	44766
Затраты всего, тыс. руб.	230212	220080	203759
Число требуемых механизаторов, чел.	18	15	16
Затраты труда, чел.-ч./1000 га	627,6	484,4	350,5
Стоимость парка, тыс. руб.	133507	116172	106035

Таблица 2 – Полученные результаты по трем технологиям на интенсивном фоне при посеве пшеницы в 10 дней

Показатели	Вспашка	Минимальная	No-till
Затраты на ГСМ, тыс. руб.	25475	20727	10602
Оплата труда, тыс. руб.	1502	1127	942
Амортизация и затраты на техническое обслуживание, тыс. руб.	27627	22011	20026
Затраты на средства защиты и удобрения, тыс. руб.	130311	130311	130311
Затраты на семена, тыс. руб.	44766	44766	44766
Затраты всего, тыс. руб.	229682	218943	206648
Число требуемых механизаторов, чел.	17	14	19
Затраты труда, чел.-ч./1000 га	717	512,3	441,7
Стоимость парка, тыс. руб.	148218	135627	133939

Рассчитанный парк машин для этих технологий при посеве пшеницы в 12 дней и парк машин, имеющийся в хозяйстве, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Наличие и потребности хозяйства в технике по трем технологиям на интенсивном фоне при посеве пшеницы в 12 дней

Марка техники, наименование	Наличие в хозяйстве, шт.	Расчетное количество, шт.		
		Вспашка	Минимальная	No-till
<b>Трактора</b>				
John Deere	4	4	4	4
HewHolland	1	1	1	1
К-744 РЗ	1	1	1	1
МТЗ-80 / МТЗ-82	18	10	4	5
<b>Комбайны</b>				
John Deere 9660 STS	2	1	2	2
Claas Lexion 570С	4	3	3	3
<b>Опрыскиватели</b>				
John Deere 4730	1	1	1	1
ОП-2000	1	3	3	3
Hardi Navigator 3000	1	1	1	1
Amazone UX 5200	1	1	1	1
<b>Бороны</b>				
БЗГТ-25 Победа	2	2	-	-
БЗГ-24-021	1	1	1	-
БЗСС-1,0	118	60	12	-
ЗБЗС-1,0	84	75	-	-
John Deere Штригель 12 м	1	-	1	-
Штригель 24 м	1	-	1	-
Degelman-24м	1	-	1	-
<b>Сеялки и посевные комплексы</b>				
Amazone DMC 602 Primera	1	1	1	1
Kverneland Optima	1	1	1	1
John Deere 730	2	2	2	2
John Deere 1895	1	1	1	1
Salford	1	1	1	1
<b>Прочее</b>				
Плуг John Deere 3910	-	4	-	-
Плуг ПЛН-8-35	-	1	-	-
ЛДГ-15А	-	1	-	-
ЛДГ-20А	-	3	-	-
Плуг чизельный John Deere 2410	2	-	4	-

Расчитанный парк машин для этих технологий при посеве пшеницы в 10 дней и парк машин, имеющийся в хозяйстве, представлены в таблице 4.



Таблица 4 – Потребность в технике по трем технологиям на интенсивном фоне при посеве пшеницы в 10 дней

Марка техники, наименование	Наличие в хозяйстве, шт.	Расчетное количество, шт.		
		Вспашка	Минимальная	No-till
<b>Трактора</b>				
John Deere	4	6	6	6
HewHolland	1	-	-	1
К-744 РЗ	1	1	1	1
МТЗ-80 / МТЗ-82	18	5	5	5
<b>Комбайны</b>				
John Deere 9660 STS	2	1	2	2
Claas Lexion 570С	4	3	3	3
<b>Опрыскиватели</b>				
John Deere 4730	1	1	1	1
ОП-2000	1	4	4	5
Hardi Navigator 3000	1	1	1	1
Amazone UX 5200	1	1	1	1
<b>Бороны</b>				
БЗГТ-25 Победа	2	3	2	2
БЗГ-24-021	1	1	1	1
ЗБЗС-1,0	84	75	-	-
John Deere Штригель 12 м	1	-	-	-
Штригель 24 м	1	-	-	-
Degelman-24м	1	-	2	2
<b>Сеялки и посевные комплексы</b>				
Amazone DMC 602 Primera	1	1	1	1
Kverneland Optima	1	1	1	-
John Deere 730	2	1	1	2
John Deere 1895	1	3	3	2
Salford	1	-	-	1
<b>Прочее</b>				
Плуг John Deere 3910	-	4	-	-
Плуг Kverneland RX 100	1	2	-	-
ЛДГ-15А	-	1	-	-
ЛДГ-20А	-	3	-	-
Плуг чизельный John Deere 2410	2	-	4	-

На рисунках 4-6 представлено сравнение затрат в зависимости от продолжительности сроков посева пшеницы. Затраты денежных средств при десятидневном сроке посева в среднем отличаются на 0,7 %, затраты

труда при посеве в 10 дней на 15,3 % выше, чем при посеве в 12 дней, стоимость парка выше на 18 %.

При посеве пшеницы в 10 дней затраты туда на выполнение интенсивной технологии на базе вспашки по пшенице на 25,9 % выше, чем на базе минимальной обработки почвы, и на 40 % выше, чем при no-till; по ячменю – на 30,1 % выше в сравнении с технологией на базе минимальной обработке почвы и на 32,1 % выше no-till; по овсу – на 29 % выше, чем на базе минимальной обработки почвы, и на 42,5 % выше, чем на no-till.

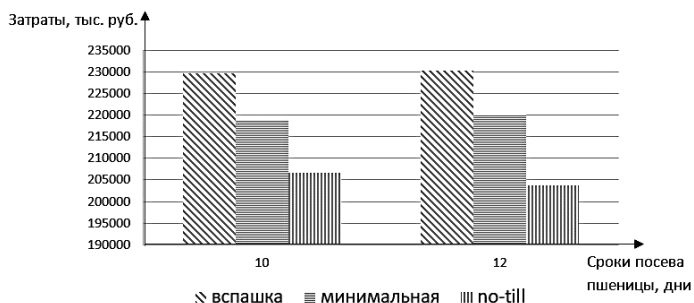


Рисунок 4 – Затраты по трем технологиям при посеве пшеницы 10 и 12 дней

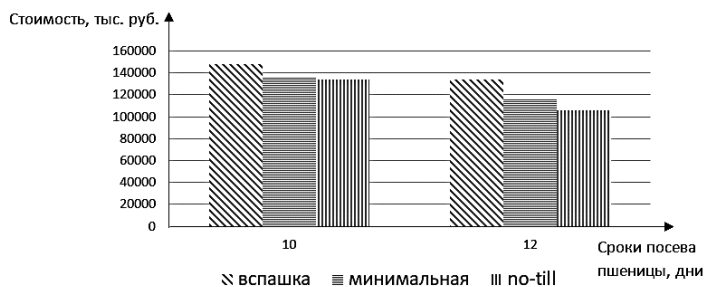


Рисунок 5 – Стоимость парка по трем технологиям при посеве пшеницы 10 и 12 дней

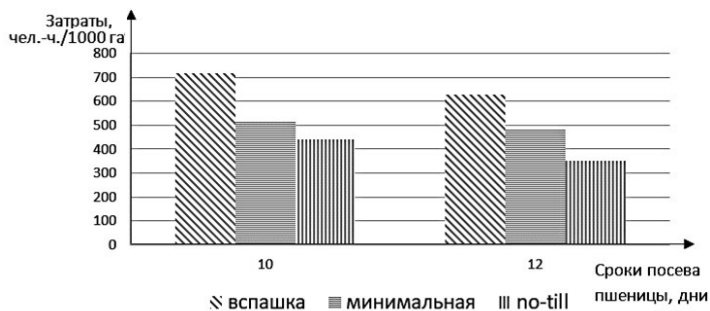


Рисунок 6 – Затраты труда по трем технологиям при посеве пшеницы 10 и 12 дней

При сравнении потребности в технической оснащенности хозяйства на примере рассматриваемых технологий видно, как меняется структура машинно-тракторного парка. Анализ потребности в технике для трех

технологий показал, что интенсивная технология возделывания зерновых культур на базе вспашки требует большего числа техники, что связано с необходимостью выполнения весенних и осенних полевых работ по подготовке почвы к посеву.

Стоимость парка машин для интенсивной технологии на базе минимальной обработки почвы на 8,5 % меньше, по no-till – 9,6 %. При этом стоимость сельскохозяйственных машин по технологии на базе вспашке составляет 39,6 % от стоимости парка, по минимальной – 30,2 %, по no-till – 23,5 %. Кроме того, различный структурный состав машинно-тракторного парка дает и разное число механизаторов, что объясняется дополнительными работами, связанными с технологическими операциями.

В сравнении с интенсивной технологией на базе отвальной обработки почвы себестоимость зерна по минимальной технологии у пшеницы меньше на 4,8 %, ячменя – на 3,8 %, овса – на 3,8 %, по no-till у пшеницы меньше на 10 %, ячменя – на 10,1 %, овса – на 9,6 %. Это значит, что при дефиците трудовых ресурсов и технической базы, целесообразно выбирать интенсивную технологию на базе минимальной обработки почвы или no-till при наличии необходимой техники.

Это подтверждает наши предположения, что выбор технологий и технических средств должен проводиться в зависимости от ресурсного обеспечения конкретных сельхозпредприятий и их природно-производственных условий. Таким образом, чтобы построить стратегию ведения хозяйственной деятельности при выполнении полевых работ, необходимо учитывать ресурсную обеспеченность хозяйства техникой и квалифицированными механизаторами.

**В пятой главе** «Экономический эффект результатов исследований» экономический эффект оценивался по показателям прибыльности и рентабельности рассчитанных вариантов технологий возделывания зерна, в качестве затрат в исследовании рассматривалась себестоимость продукции, рассчитанная из эксплуатационных затрат.

Себестоимость, прибыль от реализации продукции возделывания зерна для интенсивной технологии на базе отвальной обработки, минимальной обработки почвы и no-till, а также уровень рентабельности представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Экономические показатели реализации продукции растениеводства

Показатели	Вспашка	Минимальная	No-till
Себестоимость, тыс. руб.	229682	218943	206648
Прибыль, тыс. руб.	151177	161915	174210
Уровень рентабельности, %	47,9	54,3	64,2

Таким образом, более рентабельно производство продукции зерна по

технологии no-till. В среднем по зерновым ее рентабельность превышает рентабельность технологии на базе вспашке в 1,3 раза, а рентабельность минимальной обработки почвы по пшенице – в 1,2 раза. Однако одних лишь экономических показателей недостаточно, чтобы выбирать технологии для того или иного хозяйства, также необходимо учитывать имеющийся парк и наличие квалифицированных механизаторов. В условиях ограничения этих ресурсов потребуются дополнительные вложения средств на приобретение новой высокопроизводительной техники или привлечению дополнительных квалифицированных работников, оплата труда которых будет влиять на экономические показатели.

Согласно научным данным по потери урожая при уменьшении сроков посева по яровой пшенице (0,77-1,0 % в день) недополучение урожая ЗАО «Новомайское» составляет 357,8-464,7 т при посеве в 12 дней (при средней урожайности за 2013-2019 гг. – 2 т/га). Таким образом, при нормальном уровне интенсификации и сроках посева в 12 дней недополученный хозяйством доход составляет в среднем 3455 тыс. руб. (3006-3904 тыс. руб. в зависимости от коэффициента потерь). При переходе на интенсивный уровень и получении урожайности порядка 3,5 т/га хозяйством может быть получен дополнительный доход в среднем 6046 тыс. руб. (5260-6832 тыс. руб. в зависимости от коэффициента потерь), или 626,2-813,3 т дополнительной продукции.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Анализ сельскохозяйственных предприятий показал, что наибольший вклад в зерновое производство Новосибирской области (42,9 %) вносят средние по размерам сельскохозяйственных угодий (3000-7000 га) и крупные предприятия с площадью пашни свыше 7000 га (их доля составляет 41,2 %). ЗАО «Новомайское» Краснозерского района с площадью пашни 20529 га, посевной площадью 18490 га, из них 67,6 % – яровая пшеница, яровой овес – 5,2 %, яровой ячмень – 5 %, выбрано в качестве представительского хозяйства для моделирования вариантов подбора машинно-тракторного парка.

2. Выявлено, что оценку технологий и подбор оптимальной структуры машинно-тракторного парка следует проводить по экономическим критериям, учитывая своевременность выполнения технологических операций, качественный и количественный состав механизаторов.

3. Разработан метод обоснования структуры машинно-тракторного парка, основанный на критериях минимума прямых эксплуатационных затрат и минимума механизаторов, ограничениях по агротехническим срокам выполнения сельскохозяйственных работ и объемам работ при возделывании зерновых культур в южно-лесостепной зоне Новосибирской области.

4. Разработана математическая модель и алгоритм выбора технического обеспечения по совокупности критериев возделывания зерновых культур, которые предусматривают минимум прямых эксплуатационных затрат и минимум механизаторов при выполнении агротехнических сроков сельскохозяйственных работ и позволяют получать альтернативные варианты технических средств в зависимости от ресурсного обеспечения, что отличает их разработанных ранее. Математическая модель и алгоритм реализованы в виде компьютерной программы, на которую получено свидетельство ОИС и акт внедрения.

5. Выявлена взаимосвязь в обеспеченности возделывания зерновых культур квалифицированными механизаторами, техническими средствами и технологическим обеспечением возделывания зерновых культур в южно-лесостепной зоне Новосибирской области. Установлено, что при равных значениях урожайности в сравнении с интенсивной технологией на базе отвальной обработки почвы себестоимость зерна интенсивной технологии на базе минимальной обработки почвы в среднем по зерновым меньше на 4,1 %, по no-till – на 9,9 % меньше; затраты труда, выраженные в чел.-ч./1000 га, меньше на 28,5 % и 38,4 % соответственно.

6. Произведена оценка экономической эффективности рассчитанных вариантов технических средств для интенсивных технологий на базе отвальной обработки почвы, минимальной обработки почвы и нулевой технологии (no-till) для возделывания зерновых культур в южно-лесостепной зоне Новосибирской области по показателю рентабельности. Получены расчетно-теоретические результаты с экспериментальным подтверждением и экономическим обоснованием целесообразности применения компьютерной программы при выборе технологий и технического обеспечения. Полученный экономический эффект составил 6046 тыс. руб.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ**

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Если товаропроизводитель:

- располагает средствами на удобрения и химизацию порядка 10 тыс. руб./га посевов зерновых и использование механизаторов составляет 1,2 чел./1000 га посевов зерновых, то он может работать по интенсивной технологии на базе отвальной обработки почвы (вспашки);

- имеет порядка 10 тыс. руб./га посевов зерновых на удобрения и средства защиты и число механизаторов составляет 1-1,3 чел./1000 га посевов зерновых, то он может работать по ресурсосберегающей технологии на базе минимальной обработки почвы или нулевой технологии (no-till).

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В дальнейшем необходимо проводить цифровизацию технологического и технического обеспечения возделывания зерна.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

*Публикации в ведущих научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ*

1. Лапченко Е.А. Структурная схема по выбору технологий и технических средств в растениеводстве / В.В. Альт, С.П. Исакова, Е.А. Лапченко, О.В. Елкин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. Новосибирск, 2019. Т. 49. № 3. С. 87-93.

2. Балушкина Е.А. Математическая модель по выбору технологий возделывания зерновых культур / В.В. Альт, Е.А. Балушкина, С.П. Исакова // Сибирский Вестник сельскохозяйственной науки. Новосибирск, 2020. Т. 50. № 2.

3. Балушкина Е.А. Выбор технологий в растениеводстве: подходы и методы, применяемые в информационных системах / В.В. Альт, С.П. Исакова, Е.А. Балушкина // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1 (57). – С. 52–58.

4. Балушкина Е.А. Гносеологические основы использования цифровых технологий в сельском хозяйстве Сибири / В.В. Альт, М.С. Чекусов, Е.А. Балушкина, С.П. Исакова // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2021. – № 1 (15). – С. 16–23.

*Публикации в иных печатных изданиях*

1. Лапченко Е.А. Web-комплекс на базе математической модели формирования оптимального машинно-тракторного парка / С.П. Исакова, Е.А. Лапченко // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – Новосибирск, 2016. – № 5. – С. 76–82.

2. Лапченко Е.А. Применение информационных технологий при планировании производства зерна / Т.Н. Боброва, Л.А. Колпакова, Е.А. Лапченко, С.П. Исакова // Вычислительные технологии. – 2016. – Т. 21. – № Спец. 1. – С. 41–52.

3. Лапченко Е.А. Применение информационных технологий с использованием web-комплекса «ПИКАТ» в сельском хозяйстве / Елкин О.В., Лапченко Е.А., Исакова С.П. // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – Новосибирск, 2017. – Т. 47. – № 4. – С. 110–114.

4. Лапченко Е.А. К вопросу применения WEB-приложений для выбора технологий в растениеводстве / Е.А. Лапченко, С.П. Исакова, Т.Н. Боброва, Л.А. Колпакова // Сибирский вестник сельскохозяйственной

науки. – Новосибирск, 2018. – Т. 48. – № 3. – С. 84–90.

5. Лапченко Е.А. Применение современных систем машин в АПК на основе информационных технологий / В.В. Альт, С.П. Исакова, Е.А. Лапченко // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сборник статей XI междунар. научн.-практ. конф. (4-5 февраля 2016 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2016. – Кн. 3. – С. 7–8.

6. Lapchenko E.A. The mathematical model of forming of optimal combination of machineries and tractors park subject to social factor / V.V. Alt, S.P. Isakova, E.A. Lapchenko // 2016 13<sup>th</sup> International conference on actual problems of electronic instrument engineering proceedings APEIE – 2016, October 3-6, 2016. – Novosibirsk: NSTU, 2016. – Volume 1. – Part 2. – P. 523–526.

7. Лапченко Е.А. Оперативное управление хозяйством на примере web-комплекса «ПИКАТ» / Е.А. Лапченко // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: сборник материалов VI междунар. научн.-практ. конф. (12-14 апреля 2017, Краснообск). – Новосибирск, 2017. – 360 с. С. 252-256.

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

9. Лапченко Е.А. Применение информационных технологий для расчета эффективности применения средств механизации / В.В. Альт, С.П. Исакова, Е.А. Лапченко // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии: сб. науч. докл. XX междунар. науч.-практ. конф. (г. Новосибирск, 4-6 октября 2017). – Новосибирск: СФНЦА РАН, НГАУ, 2017. – Ч. 3. – С.23-25.

10. Lapchenko E.A. Application of genetic algorithm in the machinery and tractor park selection / V. V. Alt, S. P. Isakova, E. A. Lapchenko // 2018 14<sup>th</sup> International conference on actual problems of electronic instrument engineering proceedings APEIE – 2018, October 2-6, 2018. – Novosibirsk: NSTU, 2018. – Volume 1. – Part 4. – P. 370–373.

11. Лапченко Е.А. Анализ информационных систем при выборе технологий в растениеводстве / Е.А. Лапченко, С.П. Исакова, Т.Н. Боброва, Л.А. Колпакова // Информационные технологии, системы и приборы в АПК: материалы 7-ой междунар. научн.-практ. конф. «АГРОИНФО-2018» (Новосибирская обл., р.п. Краснообск, 24-25 октября 2018 г.). – Академиздат, 2018. – С. 87–89.

12. Лапченко Е.А. Применение информационных технологий в подборе МТП / С.П. Исакова, Е.А. Лапченко, Т.Н. Боброва, Л.А. Колпакова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии: сб. науч. докл. XXI междунар.

науч.-практ. конф. (г. Улан-Батор, 20-21 сентября 2018). – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2018. – С.243–244.

13. Лапченко Е.А. Обработка и анализ данных с помощью мобильных приложений в сельском хозяйстве / Е.А. Лапченко, О.С. Луговская, С.П. Исакова, Н.Е. Чесноченко // Распределенные информационно-вычислительные ресурсы. Наука – цифровой экономике. (DICR-2017) [Электронный ресурс]: Труды XVI всероссийской конференции (4-7 декабря 2017 г.). Новосибирск / Под ред. О.Л. Жижимова, А.М. Федотова. – Новосибирск: ИВТ СО РАН, 2017. – С. 352–357.

14. Балущкина Е.А. Применение цифровых технологий при планировании и мониторинге работ в растениеводстве / Е.А. Балущкина, С.П. Исакова // Междун. науч.-практ. конф. «Развитие сельского хозяйства на основе современных научных достижений и интеллектуальных цифровых технологий «Сибирь – агробιοтехнологии» («Сабит-2019») / СФНЦА РАН. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2019. – С. 131–132.

15. Balushkina E.A. Genetic algorithm: application in the decision support systems for selecting a machine and tractor fleet / V.V.Alt, E.A. Balushkina, S.P. Isakova // Advances in Social Science, Education and Humanities Research. Proceedings of the 8th Scientific Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS 2020). – Vol. 483. – P. 127–132.

16. Balushkina E.A. Increasing gross grain harvest in the southern forest-steppe zone of the Novosibirsk region / B.D. Dokin, O.V. Elkin, E.A. Balushkina, A.A. Aletdinova // 2020 International Scientific and Practical Conference on Modern Problems of Ecology, Transport and Agricultural Technologies, MPETAT 2020; Barnaul; Russian Federation; 26 - 27 June 2020. – 2020. – Vol. 941. – Issue 1. – № Article 012038.