

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ»**

**Достижения аграрной науки  
для обеспечения  
продовольственной безопасности  
Российской Федерации**

**СБОРНИК ТРУДОВ  
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ**

**Секция  
Цифровизация, инженерные решения и менеджмент  
в сельском хозяйстве**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

**«Достижения аграрной науки для обеспечения продовольственной  
безопасности Российской Федерации»**

Сборник трудов  
II Международной научно-практической  
конференции молодых ученых и специалистов

Секция: Цифровизация, инженерные решения и менеджмент  
в сельском хозяйстве

Текстовое (символьное) электронное издание

Редакционно-издательский отдел ГАУ Северного Зауралья

Тюмень 2022

© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2022

ISBN 978-5-98346-112-3

УДК 631

ББК 4

**Рецензент:**

кандидат технических наук, доцент доцент кафедры «Энергообеспечение сельского хозяйства» Инженерно-технологический институт ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья Суринский Дмитрий Олегович

«Достижения аграрной науки для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации». Сборник трудов II Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. – Тюмень : Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – 76 с. – URL: <https://www.tsaa.ru/documents/publications/2022/cifrovizaciia2.pdf>. – Текст : электронный.

В сборник включены материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов «Достижения аграрной науки для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации» по секциям «Цифровизация, инженерные решения и менеджмент в сельском хозяйстве», которая состоялась в ФГБОУ ВО Государственном аграрном университете Северного Зауралья 19 декабря 2022 г.

Авторы опубликованных статей несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений, а также за то, что в материалах не содержится данных, не подлежащих открытой публикации.

**Редакционная коллегия:**

*Глазунова Лариса Александровна* д. в. н., доцент; проректор по научной работе ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

*Харалгина Оксана Сергеевна* к.с.-х.н., доцент, заместитель директора по научной работе Агротехнологического института ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

*Краснолобова Екатерина Павловна* к.в.н., доцент, заместитель директора по научной работе Института биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

*Суринский Дмитрий Олегович* к. т. н., доцент, заместитель директора по научной работе Инженерно-технологического института ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

*Кучеров Алексей Сергеевич* начальник редакционно-издательского отдела ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

Текстовое (символьное) электронное издание

© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

Динамика калия в условиях точного земледелия Абрамов Н.В.	4
Автоматизация процессов снижения рисков опасностей сельскохозяйственного производства Масалева М. В.	10
Исследование параметров мягкого поворотного актуатора для использования в конструкциях захватов для плодов и овощей Бучельникова Т. А., Панов В. С., Устинов Н. Н.	16
Обзор систем контроля при посеве и посадке в точном земледелии Петров Н. А., Поляков Р. Н., Устинов Н.Н.	24
Системы точной обработки почвы Поляков Р.Н., Петров Н.А., Устинов Н. Н.	33
Коррозия металлов Родыгин И. Д., Разманова В. Е.	41
Влияние витамина С на интенсивность роста цыплят-бройлеров Сидорова Т. С., Марусич А. Г.	53
Развитие цифровизации АПК в рамках реализации национальной стратегии Масалева М. В.	58
Безглютеновые продукты и продукция с сахарозаменителями Цвылева А. Д., Есенбаева К. С.	67

## Секция Цифровизация, инженерные решения и менеджмент в сельском хозяйстве

УДК 631.416.4

**Абрамов Николай Васильевич**, д.с.-х.н., профессор кафедры почвоведения и агрохимии, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», г. Тюмень;

### Динамика калия в условиях точного земледелия

**Аннотация.** Исследования проводились с целью оптимизации калийного питания яровой пшеницы при использовании дифференцированного внесения туков в режиме off-line. Работа выполнена в научно-производственных опытах в 2018-2020 гг. Схема опыта включала варианты: без удобрений (контроль); традиционный способ внесения минеральных удобрений усредненной нормой по повторностям на планируемую урожайность 3,0 т/га; дифференцированное внесение с использованием систем спутниковой навигации на планируемую урожайность 3,0; 4,0; 5,0 т/га и учете содержания элементов питания по вариантам опыта и их повторностям. Почва – выщелочный чернозем – рН водной вытяжки 5,7-6,4 ед., содержание гумуса – 7,21-7,91%, азота по Кьельдалю – 0,39-0,42%, общего фосфора – 0,15-0,20%, общего калия – 2,01%. Доказано, что дифференцированное внесения минеральных удобрений по элементарным участкам с использованием систем спутниковой навигации в режиме off-line с повышенным и высоким содержанием подвижного калия обеспечивало снижение его пространственной variability на 15%.

**Ключевые слова:** калий, традиционный, дифференцированный способ внесения, пространственная variability.

Калий – один из важных макроэлементов в питании культурных растений. Его роль в образовании белков, углеводов, он регулирует водный баланс растений через корни (осмотический градиент) и функционирование устьиц листа, способствует накоплению крахмала и сахара, увеличивает сопротивляемость растений грибковым и микробным заболеваниям [3, 6, 7, 10]. Достаточно хорошим уравнением содержания подвижного калия в черноземных почвах считается 120-180 мг/кг. В почвах Тюменской области очень низкое содержание  $K_2O$  зафиксировано только на площади 2,9 % пашни [2, 4, 5]. Вместе с этим почвенный покров по содержанию подвижных форм калия неоднороден

и при обильном азотном, фосфорном питании может отмечаться дефицит калия, что отражается на продуктивности агроценозов.

Цифровизация производственных процессов в точном земледелии позволяет кардинально изменить сложившуюся ситуацию. Доказано в полевых опытах и подтверждено практикой о реальной возможности уже создать оптимальные условия азотного режима почвы при использовании систем спутниковой навигации [1, 8, 9]. Учитывая, что высокий уровень продуктивности агроценозов возможен только при оптимизации всех факторов почвенного плодородия, была поставлена цель изучить динамику подвижного калия при дифференцированном внесении минеральных удобрений в режиме off-line.

В задачу исследований входило:

1. Определить уровень содержания подвижного калия по фазам развития яровой пшеницы;
2. Установить пространственную вариабельность содержания  $K_2O$ ;
3. Рассчитать корреляционную зависимость между содержанием калия в почве и урожайностью яровой пшеницы.

Методика исследований. Опыты проводились в 2018-2020 гг. в северной лесостепи Тюменской области. Почва – выщелоченный чернозём, имеющий высокий уровень плодородия. Из агрохимических показателей – рН водной вытяжки 5,7-6,4 ед., содержание гумуса – 7,21-7,91%, азота по Къельдалю – 0,39-0,42%, общего фосфора – 0,15-0,20%, калия – 2,01%.

Опыт включал пять вариантов

1. Без применения удобрений. Он являлся показателем уровня естественного плодородия (контроль);
2. Внесение минеральных удобрений традиционным способом на планируемую урожайность яровой пшеницы 3,0 т/га;
3. Внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность яровой пшеницы 3,0 т/га по повторностям с учётом содержания элементов питания;
4. Внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность яровой пшеницы 4,0 т/га по повторностям опыта с учётом содержания элементов питания.
5. Внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность яровой пшеницы 5,0 т/га по повторностям опыта с учётом содержания элементов питания.

Для каждой повторности методом элементарного баланса проводится расчёт норм минеральных удобрений. Результаты расчёта норм экспортировались в бортовой навигационный компьютер (БНК)

«Агронавигатор». Формировалась карта задания дифференцированного внесения туков по повторностям и вариантам опыта с учётом содержания в почве элементов питания и планируемой урожайности. Удобрения вносились посевным комплексом John Deere 730 в агрегате с трактором New Holland в режиме off-line.

Подвижный калий определялся по методу Чирикова в слое 0-30 см перед посевом, в фазу всходов, кущения, после уборки яровой пшеницы. Использовался атомно-абсорбционный спектрометр ContrAA 300 в режиме эмиссии при длине волны 766,5 нм (ГОСТ 26204-91).

Результаты и обсуждения. Внесение минеральных удобрений средней нормой по элементарным участкам (повторностям) способствовало накоплению подвижного калия 122-149 мг/кг в слое 0-30 см чернозёма выщелоченного. Это соответствовало согласно общепринятой градации высокому содержанию, однако пространственная вариабельность  $K_2O$  увеличивалась от посева до уборки яровой пшеницы на 4% (с 24% до 28%).

Дифференцированное внесение азофоски с использованием систем спутниковой навигации по повторностям с учётом содержания подвижного калия в слое 0-30 см повлияло на снижение его пестроты по вариантам всех уровней планируемой урожайности яровой пшеницы. например, внесение туков в режиме off-line на планируемую урожайность 4,0 т/га яровой пшеницы позволило снизить пространственную вариабельность подвижного калия на 6-8%. Наиболее это проявляется на вариантах норм минеральных удобрений из расчёта на планируемую урожайность яровой пшеницы 3,0 и 5,0 т/га. В среднем за годы исследований (2018-2020 гг.) дифференцированное внесение минеральных удобрений обеспечило повышенное и высокое содержание подвижного калия 117-130 и 113-138 мг/кг при снижении пространственной пестроты уже к фазе кущения до 15% (таблица 1).

Таблица 1.

**Динамика подвижного калия в слое 0-30 см выщелоченного чернозёма (мг/кг), среднее за 2018-2020 гг.**

Вариант опыта	Перед посевом	Всходы	Кущение	Уборка
Без удобрений (контроль)	103*	108	112	105
	24**	22	23	17
	126	135	122	149

Внесение минеральных удобрений традиционным способом на планируемую урожайность 3,0 т/га	24	23	29	28
Внесение минеральных удобрений дифференцированно на планируемую урожайность 3,0 т/га	122	125	117	130
	33	22	18	26
Внесение минеральных удобрений дифференцированно на планируемую урожайность 4,0 т/га	103	116	103	121
	27	21	20	19
Внесение минеральных удобрений дифференцированно на планируемую урожайность 5,0 т/га	113	135	121	138
	34	31	19	22
НСР <sub>05</sub>	11	14	11	15

\* Содержание подвижного калия в слое 0-30 см, мг/кг почвы

\*\* Пространственная вариабельность содержания подвижного калия, %

Коэффициент детерминации в среднем по опыту показывает, что 32% изменений в продуктивности яровой пшеницы обусловлено снижением или увеличением содержания подвижного калия в почве [8]. При этом корреляционная зависимость между содержанием подвижного калия в почве и урожайностью яровой пшеницы с дифференцированным внесением минеральных удобрений на планируемую урожайность 3,0 и 4,0 т/га имела слабую тесноту связи ( $r = 0,253-0,255$ ), что объясняется достаточно высоким уровнем содержания подвижных форм  $K_2O$  для получения планируемой урожайности яровой пшеницы. Однако, увеличение планируемой урожайности яровой пшеницы до 5,0 т/га требовало дополнительных объёмов калийных удобрений. Это привело к сильной тесноте связи ( $r = 0,766$ ) между продуктивностью пшеницы и содержанием подвижного калия в слое 0-30 см. Данный факт свидетельствует о возрастании роли калия даже на чернозёме, выщелоченном при интенсификации производства зерна.

Заключение. В опытах на выщелоченном чернозёме содержание подвижного калия соответствовало высокому и повышенному уровню в слое 0-30 см – 99-129 мг/кг почвы, а пространственная его вариабельность – 22-33%.

Внесение калийных удобрений традиционным способом с усреднённой нормой по элементарным участкам (повторностям) обеспечивало высокое содержание подвижного калия 122-149 мг/кг, но приводило к росту его пространственной пестроты от посева до уборки яровой пшеницы от 24 до 28%.



Дифференцированное внесение минеральных удобрений по элементарным участкам с использованием спутниковой навигации в режиме off-line с повышенным и высоким содержанием подвижного калия 103-121 мг/кг и 113-138 мг/кг обеспечивало снижение его пространственной вариабельности на 15% при планировании урожайности соответственно 3,0 и 5,0 т/га.

Роль калия в продуктивности агроценозов возрастает в условиях интенсивного земледелия. Корреляционная зависимость между содержанием подвижного калия в слое 0-30 см и урожайностью яровой пшеницы при дифференцированном внесении удобрений для получения 3,0 и 4,0 т/га имела слабую тесноту связи ( $r = 0,235-0,255$ ), а при норме туков на урожайность 5,0 т/га – сильную тесноту связи ( $r = 0,766$ ).

### Библиографический список

1. Абрамов Н.В. Дифференцированное внесение удобрений с использованием спутниковой навигации / Н.В. Абрамов, С.В. Шерстобитов // Агрохимия. – 2018. №9. – с. 40-49.
2. Абрамов Н.В. Система адаптивно-ландшафтного земледелия в природно-климатических зонах Тюменской области / Н.В. Абрамов, С.В. Шерстобитов, и др. // . – Тюмень: Тюменский издательский дом, 2019. – 470 с.
3. Войтович Н.В. Потребление питательных урожаем в различных агроценозах центрального нечерноземья / Н.В. Войтович, Б.П. Лобода // Агрохимия. – 2005. №10. С.48 – 52.
4. Котченко С.Г. Мониторинг состояния плодородия почв Тюменской области / С.Г. Котченко, Н.В. Абрамов // Мир инноваций. – 2015. №1–4. с. 100-106.
5. Минакова О.А. Калийный режим чернозема выщелочного при длительном применении удобрений в севооборотах с сахарной свеклой / О.А. Минакова, О.В. Гамуев, О.В., О.В. Кустова // Плодородие. – 2013. - №5. с. 27 – 29.
6. Минеев В.Г. Агрохимические и экологические функции калия / В.Г. Минеев. – М.: МГУ, 1999. – 332 с.
7. Мотыляев А. Калий: факты и фактики / А. Мотыляев. – Химия и жизнь. – 2020. - №7. – с. 16 – 22
8. Чикшиев Д.В. Оптимизация минерального питания яровой пшеницы при дифференцированном внесении минеральных удобрений с использованием спутниковой навигационной системы: / Д.В. Чикшиев. – Тюмень, 2021 / дис. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук 06.01.04. – 173 с.

9. Шерстобитов С.В. Дифференцированное внесение азотных удобрений с использованием систем спутниковой навигации: дис. на соискание уч. степени канд. с.-х.н. 06.01.04. / С.В.Шерстобитов. – Тюмень, 2015. – 200 с.
10. Якименко В.Н. Калий в агроценозах Западной Сибири. / Новосибирск, издательство СО РАН. – 2003. – 230 с.

**Масалева Мария Владимировна**, доцент кафедры Техносферной безопасности, к.т.н ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья», г.Тюмень, e-mail: [masaleva.mv@gausz.ru](mailto:masaleva.mv@gausz.ru)

### **Автоматизация процессов снижения рисков опасностей сельскохозяйственного производства**

**Аннотация.** Проведен анализ современных подходов информатизации отрасли агропромышленного комплекса, предложены направления их совершенствования с целью снижения рисков опасностей сельскохозяйственного производства. Обоснована необходимость интеграции инновационных технологий в систему управления безопасностью, как одно из важных направлений анализа и совершенствования современных подходов информатизации обеспечения продовольственной безопасности в концепции национальной стратегии развития, что способствует также формированию благоприятной инвестиционной среды.

**Ключевые слова:** автоматизация, технологические процессы, безопасность, управление, сельское производство, агропромышленный комплекс, информатизация.

Проводимое исследование направлено на реализацию ряда нормативных правовых документов, принятых для обеспечения национальной безопасности с целью формирования устойчивого развития Российской Федерации<sup>1</sup>.

Одним из направлений национальной безопасности страны определено развитие сельского хозяйства. Данная отрасль в России является одной из основных при формировании развития устойчивой экономической стабильности.

Приоритетом современного развития социально-экономических процессов является тенденция повсеместного внедрения информационных технологий, направленных на автоматизацию разнообразной деятельности, в том числе в отрасли сельского хозяйства<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Указ Президента РФ от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации»; Федеральный закон от 29.12.2006 № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства»; Федеральный закон от 28.06.2014 № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации»; Распоряжение Правительства РФ от 08.09.2022 № 2567-р «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года»; Приказ Минсельхоза РФ от 25.06.2007 № 342 «О Концепции развития аграрной науки и научного обеспечения АПК России до 2025».

<sup>2</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632 «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации».

Это обуславливает актуальность изучения теоретических и практических аспектов автоматизации управления безопасностью деятельности агропромышленных комплексов.

Интеграции инновационных технологий в систему управления социально-экономических организационных структур, является одним из важных направлений анализа и совершенствования современных подходов информатизации обеспечения продовольственной безопасности в концепции национальной стратегии развития.

Для определения автоматизации процессов управления безопасностью следует рассмотреть основные риски, которым подвержена эта сфера деятельности.

В ранее проведенных исследований на эту тему сформировано понятие «сельскохозяйственные риски», определение которого включает в себя «отрицательное отклонение фактического результата деятельности от запланированного (убыток) вследствие ряда неблагоприятных факторов...» [1,3,4].

Так, в качестве одних из факторов формирующих «сельскохозяйственные риски» следует выделить антропогенные и биолого-природные, структура которых представлена на рисунке 1.

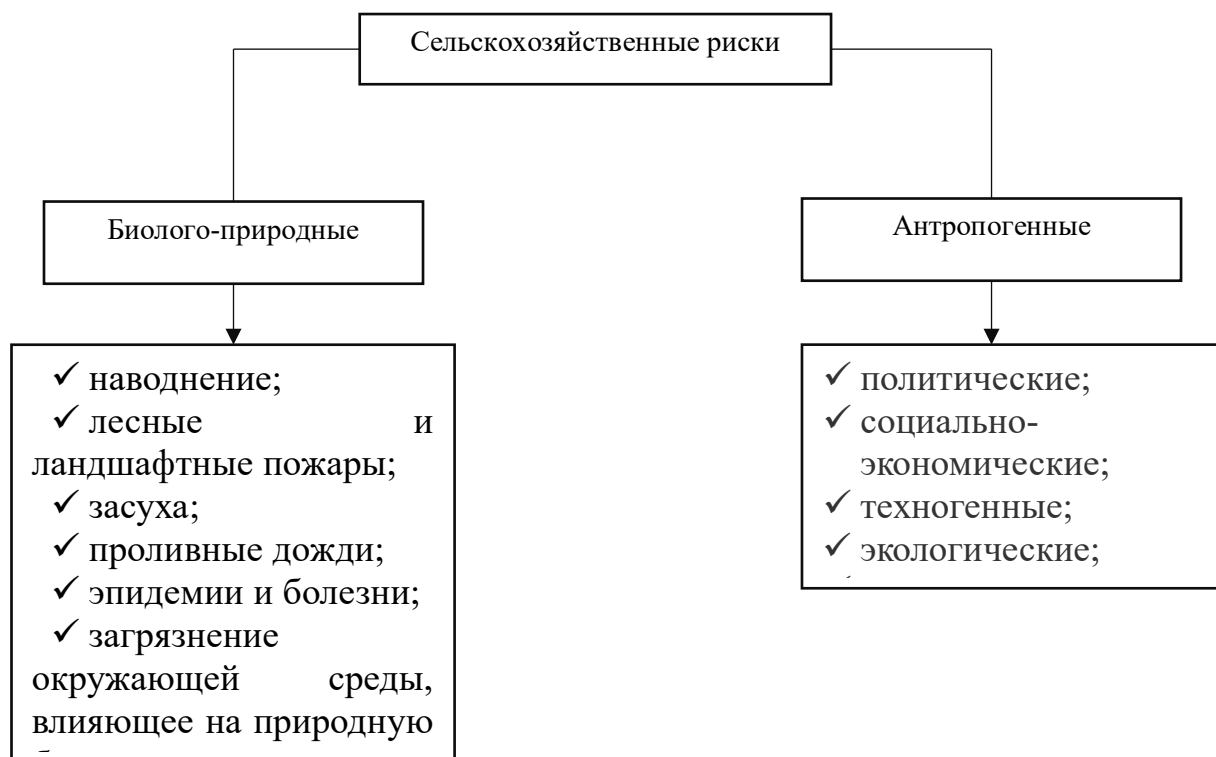


Рисунок 1. Структура сельскохозяйственных рисков

В представленной структуре предлагается рассмотреть состояние обеспечения безопасности сельского хозяйства на примере управления

пожарными рисками, и с этой целью провести анализ пожарной обстановки и причин возгораний.

Анализ пожарной обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 6 месяцев 2022 года<sup>3</sup> показал, что в указанный период было зарегистрировано в лесных массивах и сельхозугодиях 5709 пожара, в населенных пунктах уничтожено 994525 кв. м. и повреждено 578167 кв. м. площадей сельских (в т.ч. жилых) зданий.

Горение сухой растительности (51424 зарегистрированных случаев) является первой причиной, влияющей на общую пожарную обстановку с пожарами по группам объектов в сельской местности (рисунок 2).

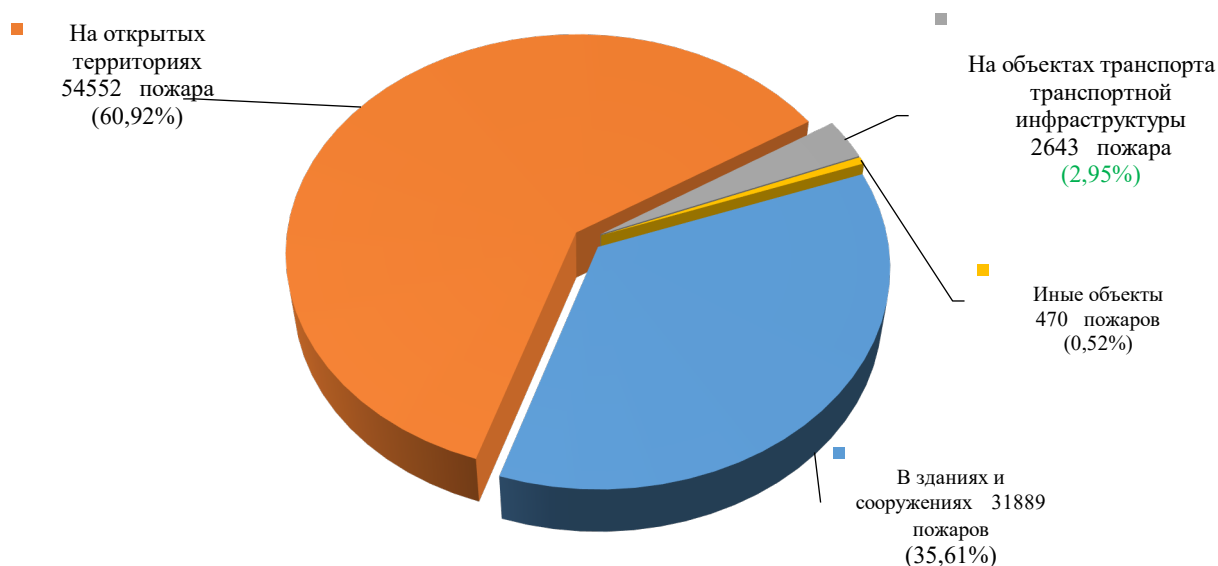


Рисунок 2. Пожарная обстановка в зависимости от причин возгорания по группам объектов

. По причинам возникновения пожаров на первом месте стоит неосторожное обращение с огнем, что влияет на пожарную обстановку по группам объектов (рисунок 2), а на втором - аварийный режим работы электрического оборудования (рисунок 3), что обуславливает технологическую опасность производства сельского хозяйства.

<sup>3</sup> Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 6 месяцев 2022 года/ Источник: <https://fireman.club/literature/analiz-obstanovki-s-pozharami-i-ih-posledstviyami-na-territorii-rf-za-6-mesyaczev-2022/>

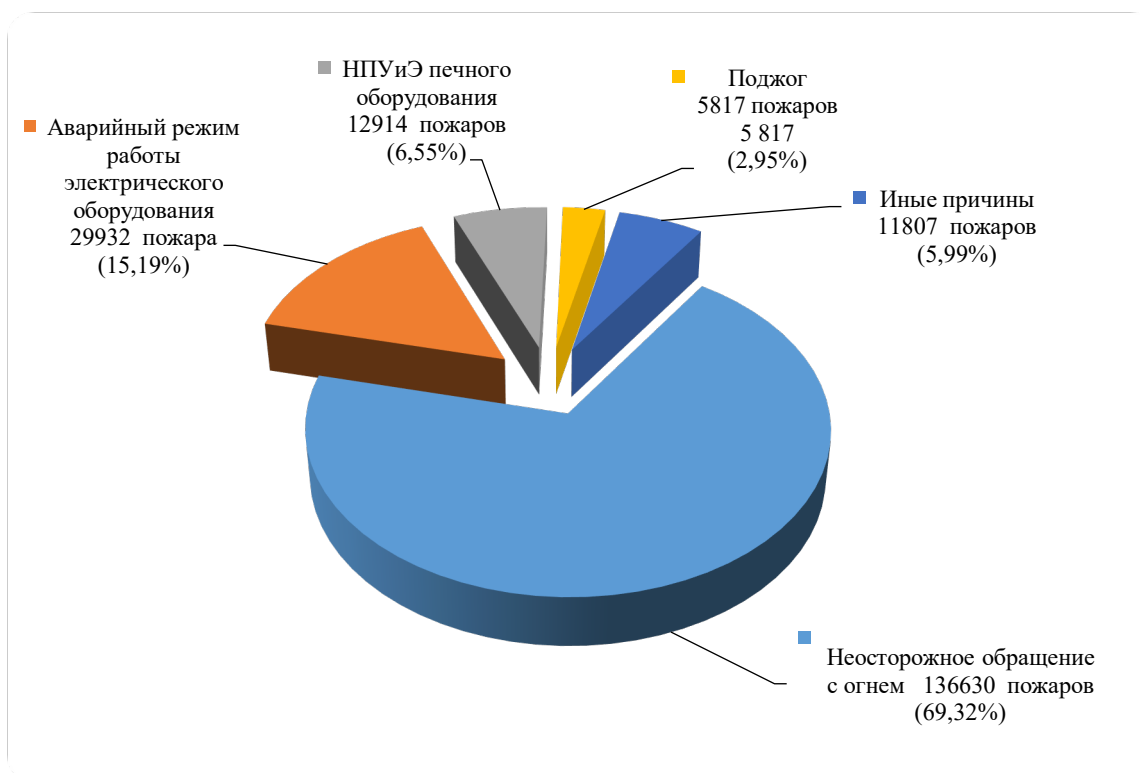


Рисунок 3. Пожарная обстановка в зависимости по группам причин

Приведенная автором статистика подтверждает актуальность управления пожарными рисками в сельском хозяйстве, и в первую очередь при проведении мониторинга пожарной безопасности технологических процессов.

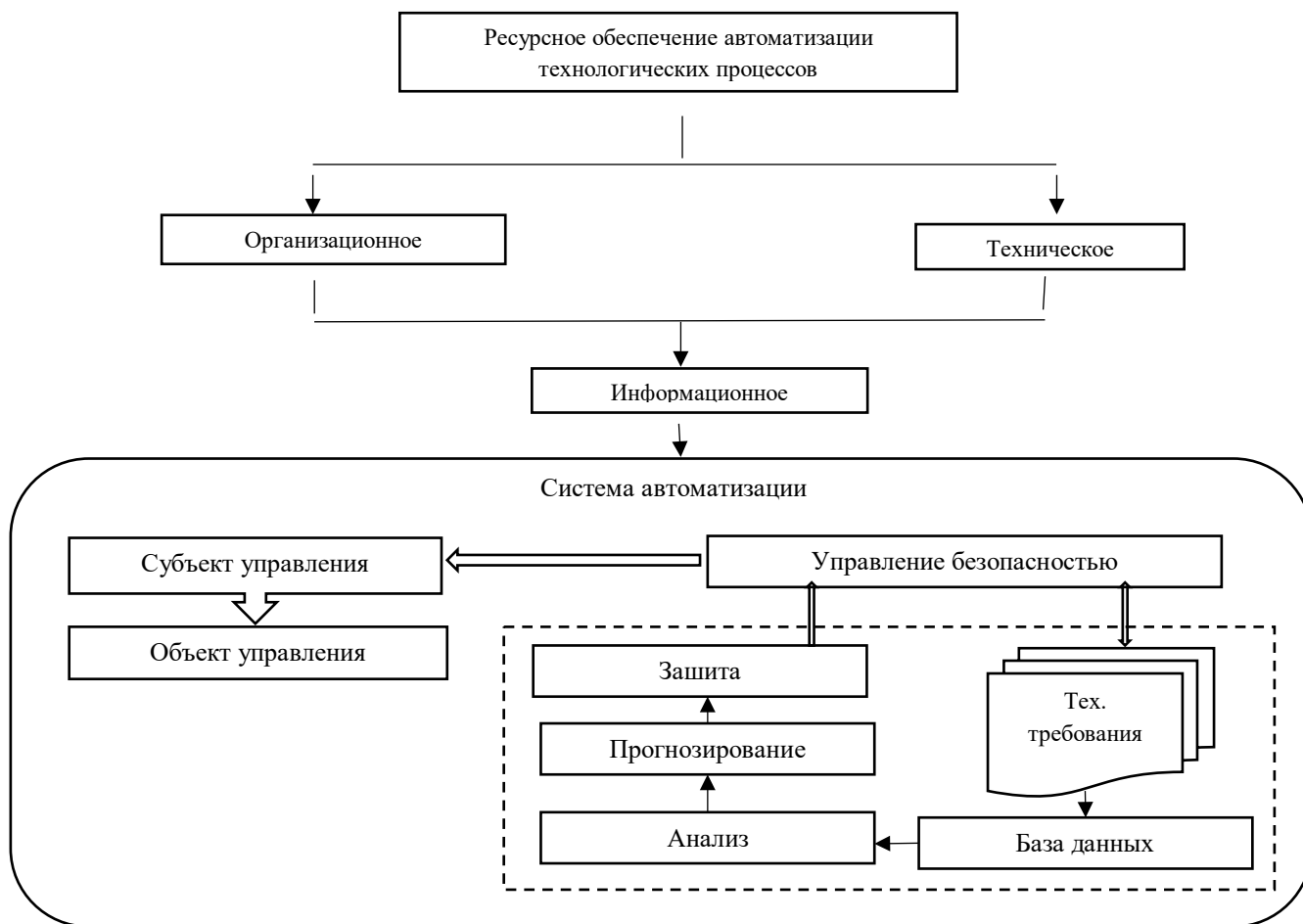
Основными задачами, стоящими перед автоматизацией технологических процессов снижения рисков опасностей сельскохозяйственного производства, являются:

- своевременное обнаружение аварий, сбоев в работе технологического оборудования, электрических сетей;
- сокращение сроков передачи сигнала об аварии, сбоев в работе технологического оборудования, электрических сетей, которые привели к возгоранию;
- организация взаимодействия сил и средств реагирования для принятия мер по локализации пожара и недопущению его к распространению.

Исходя из решения поставленных задач, к современным приборам и системам противопожарной защиты предъявляется ряд требований управления технологическими процессами производства: мониторинг (диагностика) состояний для поддержания устойчивого состояния и обнаружения сбоев, прогнозирование и предупреждение опасных состояний, включение противоаварийной защиты.

Обеспечение автоматизации поставленных задач связано с созданием информационной поддержки управления, позволяющей системе получать, обрабатывать и реагировать на состояние технологического процесса.

На рисунке 4 представлена ресурсное обеспечение автоматизации технологических процессов сельскохозяйственного производства.



технологических процессов сельскохозяйственного производства.

В качестве объектов информации при информационном обеспечении управления рассматриваемой в исследовании отрасли деятельности следует выделить мониторинги: правового и экономического обеспечения деятельности управления; пожарной опасности производства и территории его расположения; уровня взаимодействия с силами и средствами реагирования на аварии, пожары и чрезвычайные ситуации, др. [2].

В дальнейшем создание автоматизированной системы безопасности сельскохозяйственных производств позволит сформировать единый информационный ресурс для повышения уровня безопасности территории конкретных населенных пунктов и регионов, а также в страны в целом.

Развитие и совершенствование подходов в управлении рисками сельского хозяйства способствует развитию их страхования [5] и создает благоприятную инновационную среду для инвесторов.

### Библиографический список

1. Лясников, Н.Р., Романова, Ю.А. Глобальные вызовы и угрозы развития аграрного сектора России//Продовольственная политика и безопасность. 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/globalnye-vyzovy-i-ugrozy-razvitiya-agrarnogo-sektora-rossii>.

2. Масалева, М. В. Синергия информационного обеспечения управления лесным комплексом / М. В. Масалева // Инновационные технологии в лесохозяйственной, деревообрабатывающей промышленности и прикладной механике: Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, Тюмень, 20 октября 2022 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 149-152. – EDN CEFAFL.

3. Остапенко, О. Н. Риски сельскохозяйственных предприятий / О. Н. Остапенко // Економіка. Управління. Інновації. – 2013. – № 2(10). – С. 623-637. – EDN VKCPFV.

4. Шарипов, С. А. Риски сельскохозяйственных предприятий / С. А. Шарипов, П. А. Колпаков, И. М. Насибуллин // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2013. – № 10. – С. 25-27. – EDN RFYEMH.

5. Шумилина, Татьяна Владимировна. Страхование рисков сельскохозяйственных организаций в условиях государственной поддержки: диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.10 / Шумилина Татьяна Владимировна; [Место защиты: Сам. гос. эконом. ун-т].- Самара, 2012.- 200 с.



**Татьяна Анатольевна Бучельникова**, старший преподаватель, Государственный аграрный университет Северного Зауралья.

**Валентин Сергеевич Панов**, магистрант, Государственный аграрный университет Северного Зауралья.

**Николай Николаевич Устинов**, кандидат технических наук, доцент, Государственный аграрный университет Северного Зауралья.

### **Исследование параметров мягкого поворотного актуатора для использования в конструкциях захватов для плодов и овощей**

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию усилий создаваемых мягким поворотным актуатором, при изменении давления, подаваемого в его полость. Эксперименты проводились на лабораторной установке, специально разработанной для этих целей. По результатам экспериментов, была получена зависимость создаваемого актуатором усилия от величины подачи давления внутрь полости актуатора. Исследования проводились с целью расширения возможностей пальцевых роботизированных захватов для операций, связанных с плодами и овощами.

**Ключевые слова:** поворотный актуатор; мягкий захват; сельское хозяйство; мягкая робототехника.

Мягкие пневматические захваты предназначены для использования в сельском хозяйстве для захвата плодов и овощей [1-2]. Мягкие поворотные актуаторы расширяют возможность пневматических захватов. Недостатком существующих конструкций, является необходимость подбора отдельных захватов для объектов различной геометрической формы.

Витыми элементами занимались многие ученые. Это проанализировано в работах [3-7]. Витые поворотные актуаторы, позволяют расширить спектр возможностей мягких захватов при работе с объектами, а именно дают возможность совершать захват объекта под разным углом установки хватных пальцев.

Витой поворотный актуатор представляющий из себя полую цилиндрическую винтовую поверхность (рис. 1). Работает за счет создаваемого в нем давления и способен совершать поворот на  $60^\circ$  при 50кПа [8]. Актуатор изготовлен из силикона и конструктивно имеет 4 спиралевидные полости эллиптической формы. С толщиной стенок в 1 мм. Основным отличием от исследуемых образцов является наличие нескольких камер расширения.

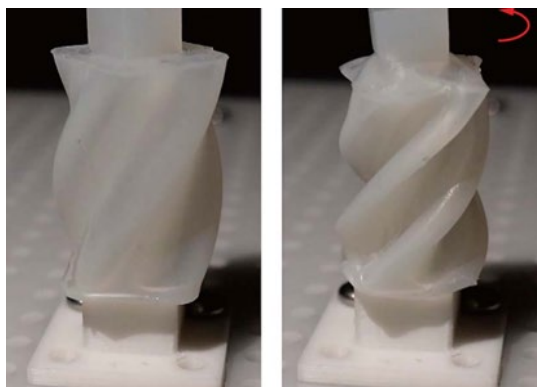


Рис.1 Витой поворотный актуатор

Также известны конструкции многокамерных поворотных актуаторов, имеющих конструкцию схожую с соцветием ромашки. Они могут иметь от 8 до 15 камер, что позволяет им совершать поворот до  $115^\circ$  [9]. Основным отличием от предложенной конструкции является наличие нескольких камер расширения.

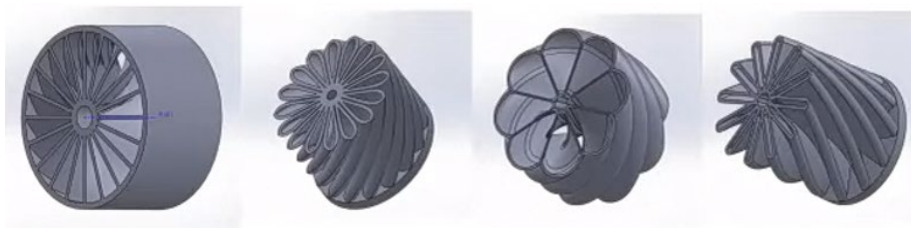


Рис.2 Многокамерные поворотные актуаторы

Поворотный актуатор (рис. 3), имеет спиралевидные полости, которые при подаче давления, способствуют вращению. Изготовленный из силикона поворотный актуатор может совершать поворот на  $45^\circ$  при давлении 400кПа. Конструкция спиралевидной формы диаметром 50мм и высотой 70мм [10].

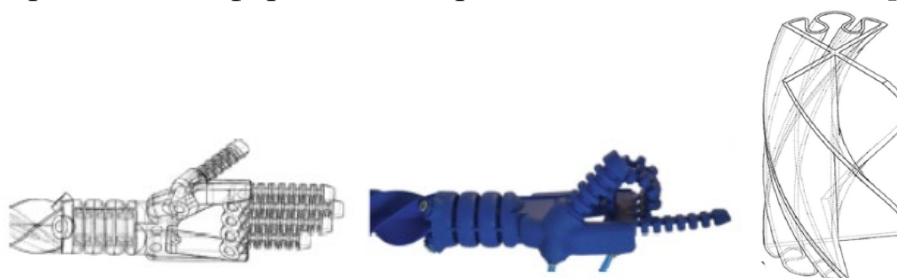
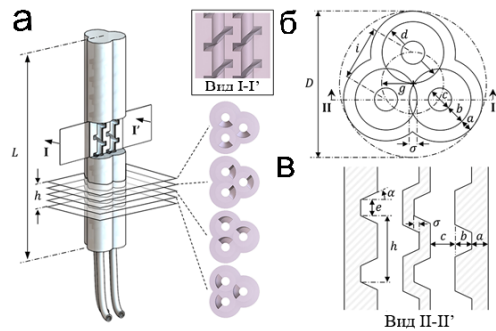


Рис.3 Поворотный актуатор в форме мышц слона

Трехкамерные приводы позволяют выполнять работу при относительно низком давлении за счет распределения нагрузки по трем элементам, как это показано на рис. 4. Они обладают высокой эластичностью и изготавливаются из силикона с помощью отливки. Так же данные приводы из-за того, что состоят из трех трубок позволяют с помощью подачи различного объема давления в камеры управлять поворотом привода в ту или иную сторону [11].



а - Актуатор с камерами, б - положение спиралей в приводе, в - осевое сечение

Рис.4 Трехкамерная конструкция монолитного мягкого привода с использованием параллельных сердечников с винтовыми элементами

Мягкие актуаторы с запрограммированными режимами движения. Срабатывание одной камеры при изменяющемся входном объеме актуаторов заключается в том, что для направления движения используется наружный армирующий слой, но в то же время это является и недостатком т.к. нет возможности одним и тем же актуатором выполнять универсальную работу.

Актуаторы на рис.5а с биоинспирированными архитектурами, - сжатие достигается при помощи вставки жестких полос вдоль длинной оси мягкой силиконовой трубки (угол наклона  $\alpha = 0^\circ$ ), тем самым ограничивая ее удлинение и позволяя совершать только радиальное расширение. Скручивающее движение создается путем скручивания полос вокруг мягкой внутренней трубки с углом закручивания  $45^\circ$  по отношению к оси (рис.5б). Изгибающее движение получается, когда мягкий силикон со встроенными воздушными полостями напечатан на жесткой силиконовой пленке, ограничивая одну сторону камер от расширения при давлении (рис.5с), углы изгиба до  $90^\circ$  достигаются при давлении 6 кПа. Захват и уплотняющий мягкий привод был разработан путем печати закрытого жесткого силиконового цилиндра с концентрической внутренней мягкой трубкой, разделенной воздушной полостью (рис.5д). При расширении внутренняя трубка деформируется равномерно, пока механическое воздействие не приведет к смятию и к полной фиксации центрального отверстия. Несущая способность хватных и сократительных мягких актуаторов (рис.5е) [12].

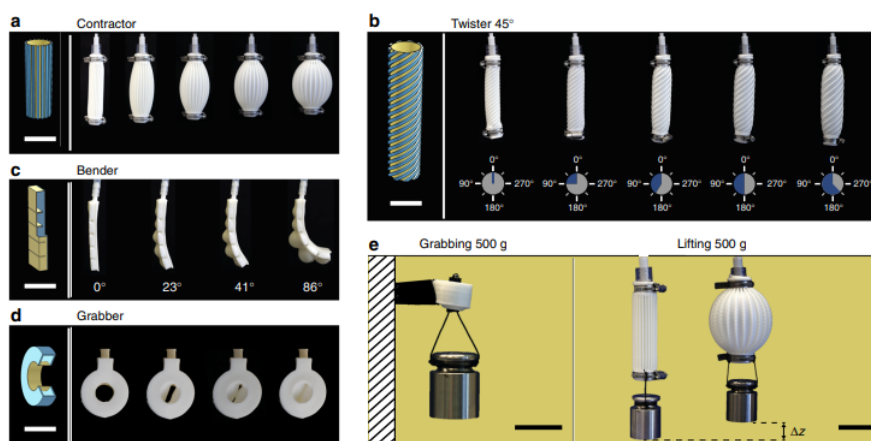


Рис.5 Мягкие актуаторы с запрограммированными режимами движения, изготовленные методом мультиматериальной 3D-печати из силиконов.

Создание давления в биоинспирированных мягких актуаторах в конечном итоге приводит к скручивающим и сокращающим движениям большого радиуса действия, запрограммированным через угол поворота,  $\alpha$ . Нанесение армирующих каналов вокруг трубки под углом  $45^\circ$  приводит к скручиванию трубки. Степень вращения при увеличении давления до 6 кПа показана под каждым кадром на рис. 5b. Максимальные скручивания  $225^\circ$  и  $160^\circ$  получены для углов поворота  $45^\circ$  и  $30^\circ$ , соответственно.

Поворотный двухкамерный актуатор (рис.6) имеет спиралевидную форму, состоящую из двух полых трубок, которые при подаче давления совершают поворот. Изготовлен из силикона и имеет размеры: диаметр равен 18мм, а длина составляет 50мм.

Рабочее давление от 35 до 100 кПа, максимальный угол отклонения при давлении 100кПа составляет  $110^\circ$  [13].

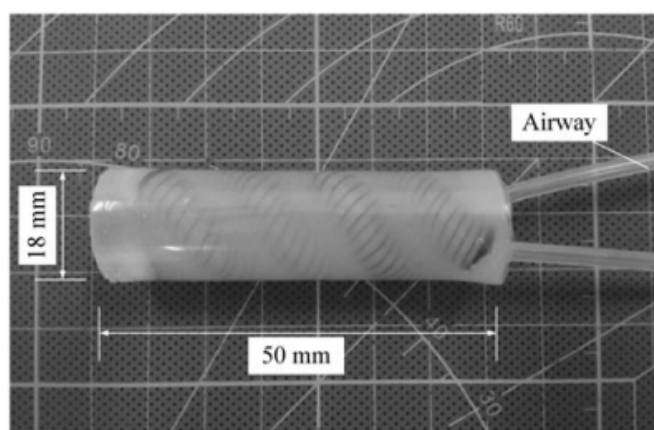
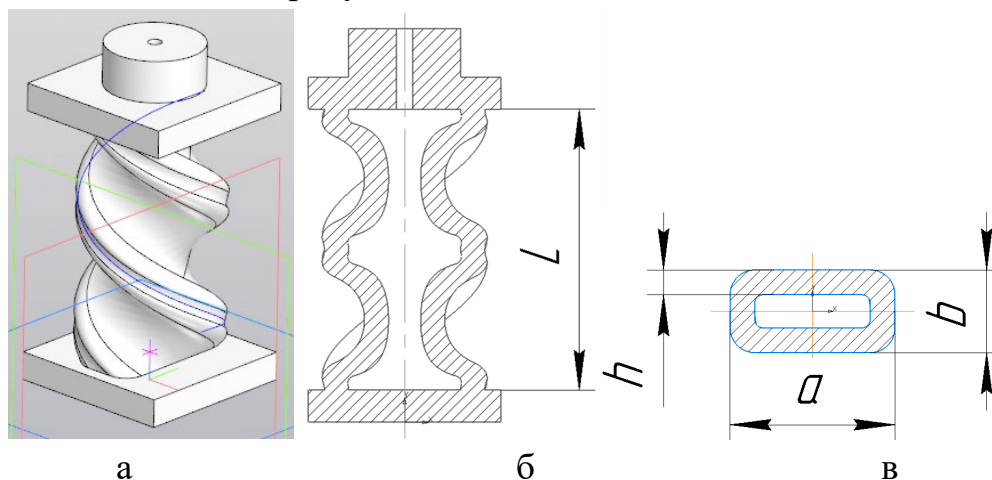


Рис.6 Двухкамерный поворотный актуатор спиралевидной формы

Данные исследования проводятся с целью расширения возможностей пневматических мягких захватов для работы с сельскохозяйственной продукцией

Задачей исследования является изучение зависимости создаваемого усилия актуатором от подаваемого давления.

Для исследования был смоделирован и изготовлен образец витого актуатора, имеющий форму полой винтовой поверхности прямоугольного сечения. Материал образца – силикон. Актуатор имеет характеристики, представленные на рис. 7. Основными геометрическими параметрами исследуемого актуатора являются: шаг винтовой поверхности ( $L$ ), толщина стенки ( $h$ ), длина ( $a$ ) и ширина ( $b$ ) поперечного сечения. Угол поворота винтовой поверхности составляет 360 градусов.

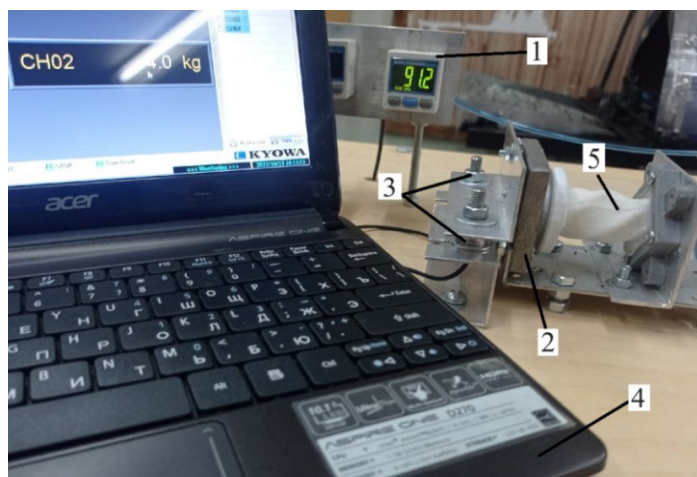


а-3D модель актуатора; б – фронтальный разрез; в – поперечное сечение

Рис.7 Мягкий поворотный актуатор

Измерение усилий, возникающих при повороте актуатора, проводились на специально разработанном экспериментальном стенде, состоящем из рамы-основания, компрессорной установки, установки для фиксации мягкого актуатора, датчика давления, тензодатчиков, аккумулятора для питания компрессора и ноутбука с программным обеспечением (рис. 8). Для контроля давления в системе установлен датчик давления SMC с диапазоном 0-1 МПа и разъемом для подключения контроллера и клапана регулировки давления. [14]

Установка для фиксации актуатора выполнена в виде двух соосных опор, одна из которых имеет возможность поворота вокруг продольной оси установленного актуатора, с возможностью установки тензодатчиков.



1 - датчик давления; 2 – установка для фиксации актуатора;  
 3 - тензодатчики; 4 – ноутбук с программным обеспечением; 5 – актуатор  
 Рис. 8 Экспериментальный стенд

Процесс измерения происходит следующим образом: исследуемый образец фиксируется в опорах, подключается система подачи давления, калибруются тензодатчики, после чего происходит подача давления. Фиксация результатов выполнялась при давлении воздуха 0, 30, 50, 70 и 90 кПа. По результатам исследования был построен график зависимости создаваемого усилия от подаваемого давления рис. 9.

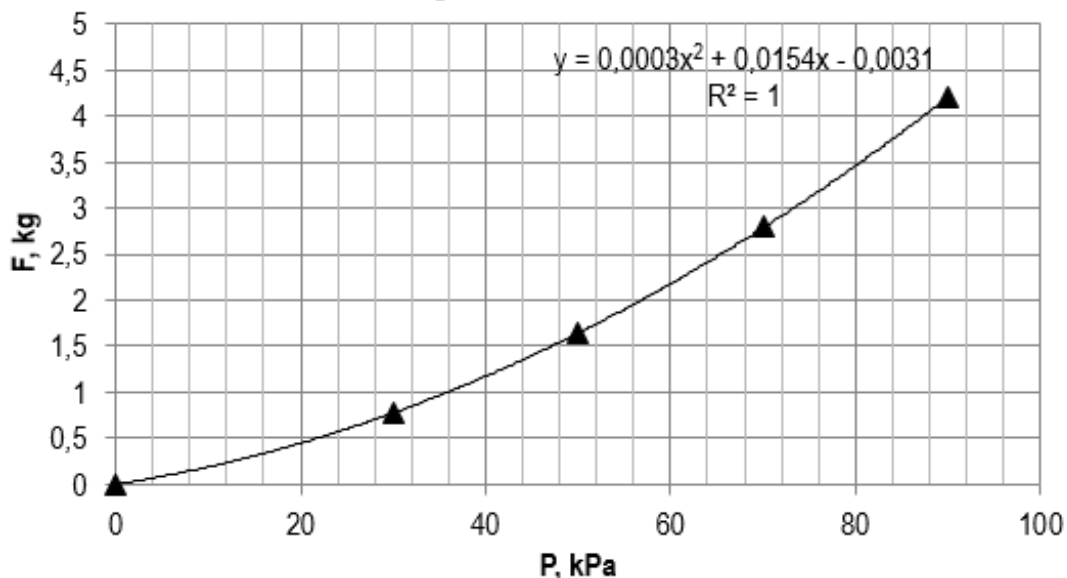


Рис. 9 График зависимости усилия, создаваемого актуатором от давления

В результате проведенных экспериментов, получено уравнение регрессии, которое позволяет определить зависимость усилия, создаваемого актуатором при вращении, от величины давления, подаваемого в полость актуатора.

### Библиографический список

1. Эльфферих, Йоханнес и Доду, Димитра и Делла Сантина, Козимо. (2022). Мягкие роботизированные захваты для обработки урожая или уборки урожая: Обзор. Доступ по стандарту IEEE. 10. 1-1. 10.1109/ДОСТУП.2022.3190863.
2. Бучельникова Т.А., Устинов Н.Н. Обзор конструкций мягких захватов роботов для работы с продукцией сельского хозяйства // Мир Инноваций. – 2022. – № 1. – С. 8-17.
3. Гэ, Лисен и Ван, Тянью и Чжан, Нинбинь и Гу, Гоин. (2018). Изготовление мягких пневматических сетевых приводов с наклонными камерами. Журнал визуализированных экспериментов. 2018. 10.3791/58277.
4. Гонг, Сянью и Ян, Кэ и Се, Цзинцзинь и Ван, Яньцзюнь и Кулкарни, Парт и Хоббс, Александр и Маццео, Аарон. (2016). Поворотные приводы на основе эластомерных конструкций с пневматическим приводом. Передовые материалы (Дирфилд-Бич, Флорида). 28. 10.1002/adma.201600660.
5. Чандлер Дж.Х., Чаухан М., Гарбин Н., Обстейн К.Л., Валдастри П., Приводы параллельной спирали для мягких роботизированных приложений / Границы робототехники и искусственного интеллекта, 2020, 119
6. Кир, Уильям М. и Кэтлин К. Смит. "Языки, щупальца и хоботы: биомеханика движения в мышечно-гидростатических состояниях". Зоологический журнал Линнеевского общества 83 (1985): 307-324.
7. Ван, Син и Чжоу, Хонгю и Кан, Ханвен и Ау, Уэсли и Чен, Чао. Био-вдохновленный мягкий бистабильный привод с двойным приводом. Интеллектуальные материалы и конструкции. 2021. 10.1088/1361-665X.
8. Янг, Диан и Мосадек, Бобак и Айнла, Алар и Ли, Бенджамин и Хашай, Фатеме и Суо, Жиган и Бертольди, Катя и Уайтсайды, Джордж. (2015). Изгиб эластомерных балок позволяет приводить в действие мягкие машины. Передовые материалы (Дирфилд-Бич, Флорида). 27. 10.1002 / adma.201503188.
9. Гориссен, Бенджамин и Чиширо, Т. и Шимомура, С. и Де Волдер, Майкл и Рейнартс, Доминик и Кониши, С. (2013). Гибкие пневматические приводы для скручивания. 1687-1690. 10.1109 / Преобразователи.2013.6627110.
10. Кир, Уильям М. и Кэтлин К. Кузнец. "Языки, щупальца и хоботы: биомеханика движения в мышечно-гидростатических состояниях". Зоологический журнал Линнеевского общества 83 (1985): 307-324.
11. Чандлер, Дж.Х., Чаухан, М., Гарбин, Н., Обстейн, К.Л. и Валдастри, П. (2020). Приводы с параллельной спиралью для мягких роботизированных приложений. Рубежи в робототехнике и искусственном интеллекте, 7.
12. Шаффнер М., Фабер Дж.А., Пианегонда Л., Рес П.А., Коултер Ф.Б. и Стюарт А.Р. (2018). 3D-печать роботизированных мягких приводов с

программируемой архитектурой, вдохновленной биологией. природные коммуникации, 9.

13. Ван, Х., Чжоу, Х.Х., Кан, Х., Ау, У. и Чен, С. (2021). Био-вдохновленный мягкий бистабильный привод с двойным приводом. Интеллектуальные материалы и конструкции, 30.

14. Бучельникова Т.А., Устинов Н.Н., Осипов В.А. Разработка экспериментальной установки для исследования пневматических захватов плодов и овощей // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК. Материалы международной научно-практической конференции в рамках XXXI Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2021», Уфа, 23–26 марта 2021 г. Уфа: Башкирский ГАУ, 2021. С. 38-41.



**Петров Никита Андреевич**, аспирант, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», г. Тюмень;

**Поляков Руслан Николаевич**, аспирант, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», г. Тюмень;

**Устинов Николай Николаевич**, кандидат технических наук, директор инженерно-технологического института, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», г. Тюмень;

### **Обзор систем контроля при посеве и посадке в точном земледелии**

**Аннотация.** В статье приведен обзор систем, применяющихся для контроля технологического процесса посева и посадки сельскохозяйственных культур, в технологиях точного земледелия. Показаны системы, позволяющие производить дифференцированный посев по аппликационным картам. Описаны технологии контроля качества посева, контроля глубины, давления на сошник, применяемые в современных посевных и посадочных машинах. Рассмотрены отечественные системы, позволяющие контролировать процесс посева. Установлено, что совершенствование посевных машин для использования в технологиях точного земледелия требует применения рабочих органов, меняющих положение относительно движения агрегата, либо изменяющих геометрию в процессе обработки почвы

**Ключевые слова:** точное земледелие, системы управления, системы контроля, сеялки, посев, посадка, контроллер, высев.

Точное земледелие – это комплекс мер и средств управления продуктивностью посевов, включающий применение аналоговых и цифровых технологий, необходимость и целесообразность интеграции которых определяется собственниками и руководителями агропредприятия. Основными направлениями совершенствования технологии и технических средств для точного земледелия при посеве являются:

- дифференцированный посев по аппликационным картам;
- автоматическая адаптация давления на сошник по аппликационным картам;
- автоматическая регулировка давления на сошник;
- точное внесение нескольких материалов;
- автоматическое включение на разворотной полосе и посекционное включение;

– контроль и корректировка выполнения операций с использованием интеллектуальных систем.

Описанные направления можно свести к применению средств автоматики и операционного контроля, предусматривающего установку на посевной агрегат датчиков, чувствительных элементов, а в зоне управления процессом, в кабине тракториста — средств сигнализации и отображения информации. В ходе развития автоматизированного контроля работы посевных агрегатов, направление развития средств автоматики для сельскохозяйственных целей шло в одном направлении как у зарубежных производителей, так и у отечественных. Прежде всего велась разработка средств для косвенного контроля — контроля устройств, непосредственно воздействующих на почву. Следующим этапом следовала разработка датчиков прямого контроля, отслеживающих количественные и качественные характеристики подаваемых семян.

На сегодняшний день существует ряд производителей, предлагающих решения для систем контроля при посеве для достижения экономической эффективности. Среди них такие компании, как: Ag Lieder, Precision Planting, Väderstad, Artemis и другие.

Компания Ag Lieder предлагает универсальный электромеханический привод SureDrive [1] для каждой секции сеялки, позволяющий:

- производить отключение секций сеялок, благодаря чему уменьшается перекрытие, потери семян и полегание растений;
- дифференцированно подходить к норме высева и плотности внесения материала;
- при поворотных движениях компенсировать пересев внутренних рядов и недопосадки наружных рядов.

Привод SureDrive регулирует скорость дозатора в каждом ряду в автоматическом режиме, чем обеспечивается постоянная загрузка вокруг поворотов, контуров и террас. Отображение и контроль хода технологического процесса возможно отслеживать с помощью программной оболочки, поддерживающей задание настроек под конкретную ситуацию в режиме реального времени как вручную, так и по заранее вложенным шаблонам алгоритмов управления.

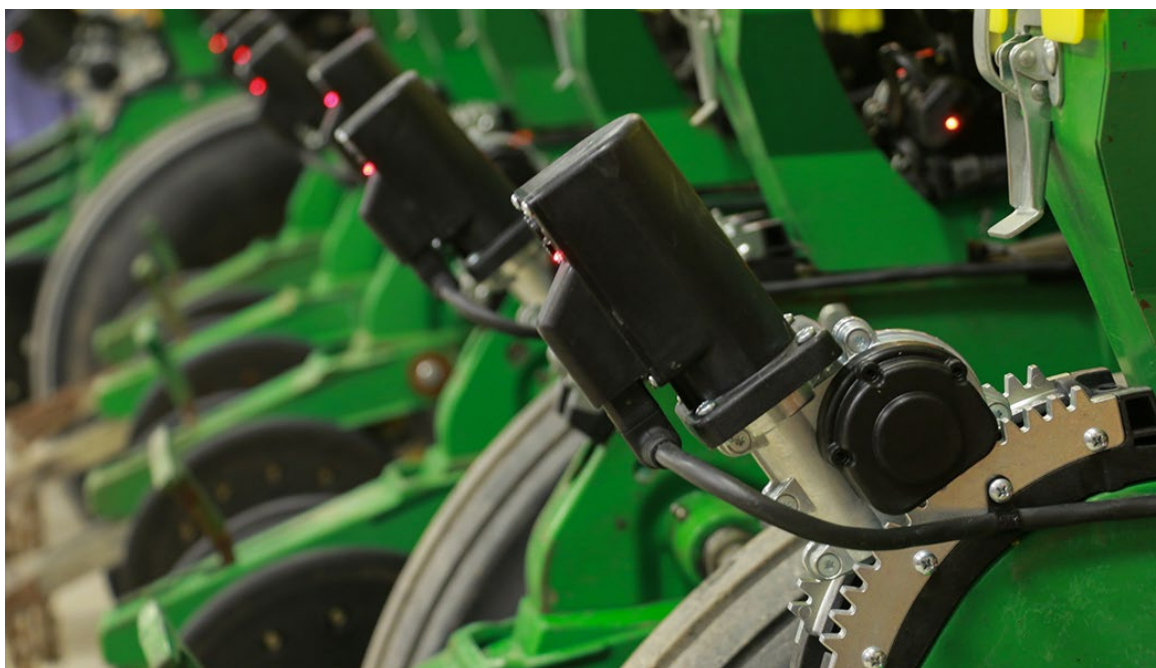
Уникальной особенностью является то, что эффективный электродвигатель привода не привязан к конкретной марке или типу дозатора семян, что позволяет оптимизировать уже имеющийся дозатор и сеялку.

Фирмой Precision Planting [2] реализована возможность контролировать качество посева с использованием специального сканера SmartFirmer. В устройстве реализованы возможности контроля температуры, обводненности почвы, качества борозды (комки почвы, сухая почва, падающая с поверхности),

оценки качества семенного ложа, количество пожнивных остатков в борозде, обнаружение органических веществ с возможностью корректировки нормы высева и внесения удобрений в автоматическом режиме.

На протяжении многих лет производители всегда пытались поддерживать максимально постоянную глубину посадки. Причина этого в том, что общеизвестно, что попадание семян в сухую почву вызывает задержку прорастания. Однако оборудование не позволяет оператору сеялки регулировать глубину в зависимости от того, где в почве находится влага.

Система SmartDepth от Precision Planting, представленная на рисунке 1, упрощает настройку глубины. При совместной работе систем считывается влажность почвы в борозде, и осуществляется контроль глубины посева на основе влажности. Оператор сеялки может вводить в кабине на дисплее минимальную и максимальную глубину, а также целевое значение влажности, и сеялка автоматически регулирует глубину заделки между минимальной и максимальной глубиной.



**Рисунок 1. Система SmartDepth от Precision Planting**

Система управления внесением материалов и нормой высева семян Trimble® Field-IQ™ [3] предоставляет производительные и эффективные инструменты для посевных работ, внесения удобрений и химикатов. Система Field-IQ работает с дисплеями Trimble TMX-2050 и CFX-750™.

Компания «Väderstad» [4] разработала технологию контроля количества высеваемых семян SeedEye. В семяпроводах сеялки расположены датчики-сенсоры, фиксирующие прерывание луча инфракрасного спектра при

прохождении семян. Общее количество прерываний обрабатывается, позволяя с высокой точностью посчитать общее количество семян. Датчики подсчитывают объем рапса с точностью примерно 99%. Точность измерения пшеницы и других зерновых составляет примерно 98-99% при потоке 250 семян в 1 с.

MegaSeed (Lemken) [5]— это основанная на ISOBUS концепция управления сеялкой точного высева LEMKEN Azurit. От автоматической системы технологической колеи до независимой регулировки скребков — MegaSeed.

Компания TOPCON выпускает систему управления зерновыми механическими сеялками, Artemis [6], предназначенную для модернизации и автоматизации зерновых пневматических сеялок с механическим приводом высевающих аппаратов. Artemis поддерживает до четырёх электромоторов, создание симметричной и ассиметричной технологической колеи, датчики верхнего и нижнего уровня сыпучего материала в бункере, датчики контроля за оборотами вентиляторов и валов высевающих катушек, а также датчики забивания воздухопроводов, для контроля сева. Эта ISOBUS-совместимая многоканальная система электрического привода высевающих аппаратов зерновой сеялки удовлетворяет требованиям по контролю и мониторингу современного сплошного сева.

Контроллеры Artemis, предназначенные для работы с ISOBUS-совместимыми универсальными терминалами, в том числе с консолями Topcon X23, X25 и X35, обеспечивают пропорциональное управление, зависящие от скорости хода, а программное обеспечение может быть сконфигурировано для контроля до четырёх вносимых продуктов одновременного, такие как семена, гранулированные минеральные удобрения, почвенные средства защиты растений. Функция предпусковой подготовки подаёт продукт к сошникам до начала движения сеялки, тем самым исключая пропуски и огрехи на старте сева. Она также обеспечивает переменный расход, а также быструю и лёгкую калибровку нормы высева продукта. Высев и внесение продукта может выполняться на основе импортированных карт заданий с переменными нормами или с помощью создания карт фактического расхода в реальном времени.

Фирма AMAZONE [7] реализует ряд инновационных решений для точного посева. Система GPS-Switch осуществляет автоматическое включение на разворотной полосе и посекционное включение. Для существенного сокращения пропусков и перекрытий на клиньях и разворотной полосе также при посеве, ширину захвата можно уменьшить наполовину за счёт одностороннего включения.

Для регулировки нормы высева в зависимости от почвенных условий, доступности почвенной влаги на основании аппликационных карт используется

система GPS-Maps&Doc. Внесение удобрений по аппликационным картам осуществляется за счет функции Multi Bin, причем можно независимо регулировать внесение нескольких материалов.

Автоматическая регулировка давления на сошник SmartForce на сеялках точного высева автоматически адаптируется к почвенным условиям, независимо от типа почвы. Для этого устанавливается вертикальная сила на сошнике, а гидравлическая система удерживает ее постоянной во время проезда поля при различных видах почв.

С помощью высокопроизводительной посевной комбинации Cirrus-CC AMAZONE в сочетании с универсальной насадной сеялкой GreenDrill 501 можно одновременно вносить до трех видов материалов независимо друг от друга в различных горизонтах укладки. Благодаря функции Multi Bin можно управлять всеми тремя бункерами с помощью трех различных аппликационных карт, а норму высева каждого вида посевного материала, независимо друг от друга, изменять на соответствующих участках. Для точного включения отдельных дозирующих устройств на разворотной полосе используется функция Multi Boom. С помощью функции Multi Boom дозирующие устройства для каждого вещества автоматически включаются и выключаются на разворотной полосе со смещением по времени для достижения оптимального времени включения и выключения. При наличии сеялки GreenDrill можно также с соответствующим смещением по времени запустить внесение подсеменных культур.

При проведении точного высева дополнительно к посевному материалу во многих случаях вносятся также удобрения с помощью отдельного сошника, для поддержки развития молодых растений. Удобрения укладываются под посевной материал классическим способом, в виде полосы, с некоторым смещением. Однако здесь они еще не полностью воспринимаются растениями, поскольку корни несколько позже проникают в область укладки. Система прецизионного внесения удобрений FertiSpot удобрения укладываются не сплошной полосой, а прицельно, только в тех местах, где находится посевной материал. Такое прицельное размещение ведет к значительному улучшению усвоения питательных веществ, поскольку повышается доступность для растений. За счет более высокой доступности общая доза удобрений на гектар может быть снижена, что оказывает положительный эффект на защиту окружающей среды, организацию производства и экономику труда.

Универсальная система контроля высева УСКВ, г. Омск, Россия [8], предназначена для контроля технологического процесса работы посевного комплекса и предоставления оператору информации по контролируемым

технологическим параметрам и исправности оборудования. УСКВ спроектирована так, что ее можно установить на любой посевной комплекс.

УСКВ имеет возможность вывода информации о состоянии технологического процесса, среди которой:

- уровень посевного материала и удобрений;
- частоту вращения вентилятора;
- наличие или отсутствие вращения вала дозатора;
- давление воздуха в бункере;
- функциональное положение орудия (заглублено или выглублено);
- засорение семяпроводов;
- изменение потока высеваемого материала в одной или нескольких башнях-распределителях;
- норму высева;
- скорость движения посевного комплекса;
- засеянную (обработанную) площадь;
- плотность посева (гистограмма);
- маршрут движения посевного комплекса;
- параллельное вождение.

Средства мониторинга УСКВ, позволяют:

- отображать информацию от посевного агрегата графически и модулировать голосовые сообщения;
- просматривать и изменять параметры УСКВ;
- отображать навигационную информацию (параллельное вождение);
- хранить информацию о нарушениях технологических процессов;
- управлять телеметрией.

Для автоматизации процесса посадки компания Micro-Trak [9] предлагает автоматический регулятор нормы высева ProPlant. Контроллер является электронной системой мониторинга и управления, который может помочь достичь максимальной урожайности и экономичности, обеспечивая точный контроль нормы высева, а также возможность изменять нормы высева на ходу с помощью консоли управления исходя из полевых условий.

Система ProPlant состоит из модульных элементов и включает в себя:

- GPS-сенсор скорости перемещений;
- Гидравлический регулирующий клапан;
- Гидравлические приводы, являющиеся регуляторами нормы высева.

В настоящий момент российскими производителями предлагается система контроля высева СКИФ [10]. Главными преимуществами системы являются простота монтажа и доступная цена, при обширном функционале. Система

состоит из аппаратно-программного комплекса, включающего в себя как датчики, исполнительные механизмы, позволяющие получать информацию о каждой сошке сеялки, так и средства визуализации и Глонасс мониторинга, устанавливаемые в кабину трактора.

В ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья ведется разработка рабочих органов посевных машин для дифференцированного посева [11, 12, 13] с использованием гибких трубчатых элементов, позволяющих изменять глубину посева.

При посадке овощных культур фирма GRIMME [14, 15] использует ряд решений для точного земледелия. Система Section Control позволяет осуществлять автоматическое переключение секций при посадке. Система Clever Planting GRIMME применяется для снижения плотности посадки и посева в рядах рядом с технологической колеей. Это достигается благодаря более плотной частоте посадки с бесступенчатой регулировкой возле технологической колеи, в результате чего конкуренция растений при получении питательных веществ и солнечного света становится уравновешенной. Возможна адаптивная регулировка плотности посадки с использованием аппликационной карты с использованием системы Variable Rate Control.

Таким образом, применение цифровых и аналоговых систем ведет к совершенствованию агротехнологий и благоприятно отражается на показателях посева сельскохозяйственных культур. Достижение лучшего результата возможно за счёт дифференцированного посева с цифровизацией процесса управления нормой высева и распределения семян, а также оснащением сеялок специализированным оборудованием, такими как сервоприводы высевающих аппаратов с системой автоматического регулирования подачи семян на сеялки. Данное внедрение ведет к снижению затрат на семена и высокой урожайности, созданию благоприятных условий при производстве сельскохозяйственной продукции и получения дополнительной прибыли.

### **Библиографический список**

1. AG LEADER SUREDRIVE Электропривод высевающих аппаратов [Электронный ресурс]. URL: <https://aico.ua/ru/product/elektroprivod-vysevayushchikh-apparatov-ag-leader-suredrive-/> (Дата обращения: 25.11.2022 г.)
2. Precision Planting. Precision Planting Announces SmartDepth. [Электронный ресурс].

URL:<https://www.precisionplanting.com/agronomy/news/precision-planting-announces-smartdepth> (Дата обращения: 25.11.2022 г.)

3. Trimble Inc. Система управления внесением материалов Field-IQ. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.agriculture.trimble.com/product/upravlenie-vneseniem-materialov-field-iq/> (Дата обращения: 25.11.2022 г.)

4. Väderstad. SeedEye [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vaderstad.com/ru/produkcija/vaderstad-seedeeye/> (Дата обращения: 25.11.2022 г.)

5. Lemken. MegaSeed. [Электронный ресурс]. URL: <https://iqblue.lemken.com/en/assistance-and-operating-systems/megaseed/> (Дата обращения: 25.11.2022 г.)

6. Topcon. Решения для зерновых сеялок [Электронный ресурс]. URL: [https://agro.topcon.pro/resheniya/seeder\\_solutions/](https://agro.topcon.pro/resheniya/seeder_solutions/) (Дата обращения: 25.11.2022 г.)

7. AMAZONE. AMAZONE 4.0 – Правильное цифровое решение для интеллектуального растениеводства. [Электронный ресурс]. URL: <https://amazone.ru/ru-ru/продукция-и-цифровые-решения/цифровое-решение/amazone-4-0> (Дата обращения: 25.11.2022 г.)

8. УСКВ. Универсальная система контроля высева УСКВ. [Электронный ресурс]. URL: <http://ускв.рф> (Дата обращения: 25.11.2022 г.)

9. Micro-Trak Systems, Inc. AGRICULTURAL PRODUCTS. [Электронный ресурс]. URL: <https://micro-trak.com/products/agriculture/> (Дата обращения: 25.11.2022 г.)

10. Обзор систем контроля высева СКИФ. [Электронный ресурс]. URL: <https://agrovse.ru/blog/dlya-rastenievodstva/obzor-sistem-kontrolya-vyseva-skif/#6> (Дата обращения: 25.11.2022 г.)

11. Устинов, Н. Н. Экспериментальное исследование S-образного силового элемента стойки почвообрабатывающей машины / Н. Н. Устинов, В. М. Михайлов, Ф. Р. Булатов // АгроЭкоИнфо. – 2021. – № S7. – DOI 10.51419/20217009. – EDN ABFMWI.

12. Устинов, Н. Н. Результаты экспериментальных исследований взаимодействия рабочего органа культиватора с почвой при криволинейном движении / Н. Н. Устинов, Ф. Р. Булатов, А. В. Елизарова // Известия



Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 3(83). – С. 159-163. – EDN DRAIVZ.

13. Устинов, Н. Н. Теоретическое обоснование устойчивости движения рабочего органа культиватора по криволинейной траектории / Н. Н. Устинов, Ф. Р. Булатов, А. А. Маратканов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4(90). – С. 127-130. – EDN PИHRA.

14. GRIMME Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG. Section Control автоматическое переключение секций. [Электронный ресурс]. URL: <https://products.grimme.com/ru/p/section-control> (Дата обращения: 25.11.2022 г.)

15. GRIMME Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG. GRIMME Variable Rate Control повышение урожайности с помощью обработки конкретных участков поля. [Электронный ресурс]. URL: <https://products.grimme.com/ru/p/variable-rate-control> (Дата обращения: 25.11.2022 г.)

**Поляков Руслан Николаевич**, аспирант, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», г. Тюмень;

**Петров Никита Андреевич**, аспирант, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», г. Тюмень;

**Устинов Николай Николаевич**, кандидат технических наук, и.о. директора Инженерно-технологического института, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», г. Тюмень;

### **Системы точной обработки почвы**

**Аннотация.** В статье приведен обзор систем для точной обработки почвы, применяемых в технологиях точного земледелия. Показаны системы, позволяющие производить дифференцированную обработку почвы за счет изменения положения рабочего органа относительно направления движения агрегата, применения вибрации, изменения геометрии рабочего органа. Описаны технологии контроля глубины и качества обработки почвы, применяемые в современных почвообрабатывающих машинах. повышение качества междурядной обработки почвы с применением активных рабочих органов и систем компьютерного зрения. Рассмотрены машины для точной междурядной обработки почвы с применением активных рабочих органов и систем компьютерного зрения. Установлено, что совершенствование почвообрабатывающих машин для использования в технологиях точного земледелия требует применения рабочих органов, меняющих положение относительно движения агрегата, либо изменяющих геометрию в процессе обработки почвы.

**Ключевые слова:** точное земледелие, дифференцированная обработка почвы, контроль глубины обработки почвы, междурядная обработка почвы

С развитием систем точного, координатного земледелия появляется возможность решения вопросов, связанных с обработкой переуплотнённых почв, неоднородностью физико-механических свойств почвы в пределах обрабатываемого участка поля, применением почвозащитных технологий для конкретного участка поля. В связи с этим актуальным является разработка и исследование новых типов активных рабочих органов почвообрабатывающих машин, являющихся частью мехатронных систем.

Цель исследований – разработка и обоснование рабочих органов почвообрабатывающих машин для использования в технологиях точной обработки почвы с использованием гибких трубчатых элементов.

В настоящее время следует выделить следующие направления развития почвообрабатывающих машин для точного земледелия:

- точная, дифференцированная обработка почвы (precisiontillage) [1];
- контроль глубины и качества обработки почвы (сканирование, обработка изображений);
- повышение качества междурядной обработки почвы с применением активных рабочих органов и систем компьютерного зрения.

Применение дифференцированной обработки почвы связано с необходимостью применения различных режимов обработки почвы в зависимости от степени переуплотнения, физико-механических свойств почвы, применения почвозащитных технологий. Применение данного метода не только позволит более точно подойти к возделыванию почвы, но и существенно снизить энергозатраты и повысит экономическую эффективность. Благодаря дифференцированной обработке можно предотвратить эрозию почвы, так как механическое воздействие на почву будет снижено.

Машины применяемые для дифференцированной обработки почвы позволяют не только изменять глубину обработки, но и степень воздействия на почву с помощью рабочих органов различного типа [1].

Компания John Deere серийно выпускает машину для вертикальной обработки почвы модель 2660VT Variable Intensity Tillage с возможностью изменения угла атаки дисковых рабочих органов в процессе работы. Угол атаки может быть установлен 0 градусов, чтобы оставить больше растительных остатков на сильно подверженных эрозии землях. Для других он включает в себя более агрессивный угол атаки, до 12 градусов, с большим горизонтальным движением почвы, чтобы выровнять поле, удалить сорняки или внести больше растительных остатков [2].

Компания из США, Gates Manufacturing, в 2017 г. получила патент на динамическую адаптивную систему крошения почвы (Dynamic Adapt Soil Conditioning System). Данная система устанавливается на почвообрабатывающую технику и позволяет осуществлять дифференцированную обработку почвы не останавливаясь. В кабине машине установлен планшет оператора, на который в режиме реального времени передаются данные с блока управления, коммутирующий сигналы, посылаемые от сенсорных цилиндров. Вся передача данных происходит по беспроводной технологии локальной сети Wi-Fi. Система обрабатывает всю получаемую информацию от средств нижнего уровня и передает обратно в контроллер,

который подает управляющий сигнал пропорциональным клапанам о необходимости изменения угла атаки дисковых рабочих органов [3].

Также в данной системе применяются фотосенсоры. Они установлены впереди почвообрабатывающей техники, что позволяет просматривать почву перед ее обработкой, благодаря чему используемое программное обеспечение способно контролировать пропорциональные клапаны на агрегате, что позволяет отрегулировать угол атаки для обеспечения желаемого количества пожнивных остатков после прохода техники. На данный момент угол наклона диска находится в пределах от 0 до 15° и поддерживает регулировку с размером шага в 0,5°.

В будущем не исключено дополнительные опции для применяемых фотосенсоров.

Одна из конкурирующих американских компаний - Summers Manufacturing пришла к дифференцированной обработке почвы, соединив в одной машине возможность вертикальной и традиционной обработки [7].

Традиционная обработка почвы выполняется в горизонтальной плоскости, что приводит к созданию повышенной плотности почвы от различных используемых агрегатов, таких как культиватор, бороны, плуг и др. В следствии чего, корни растений растут и в дальнейшем находятся в горизонтальном положении. При вертикальной обработке механизмы почвообрабатывающей техники входят в рабочую зону вертикально и, соответственно, также извлекаются из нее, при данных движениях повышение плотности земли исключено, также как и движение земли в горизонтальном направлении, что делает возможным развитию корневой системы вглубь почвы и увеличение урожайности сельхозкультур.

Компания занимается усовершенствованием своей системы на протяжении 30 лет, в последних версиях они создали универсальную машину, которая совмещает в себе возможности традиционной почвообработки, так и вертикальной. Так, с помощью установленного бортового компьютера оператор может на ходу регулировать угол атаки передних и задних дисков от 0° до 19°, прижимное усилие прикатывающего катка, гидравлическое сцепное устройство, глубину обработки почвы, давление прижима выравнивающей доски и копирующие колеса.

С помощью средств нижнего уровня, установленных на агрегате, и специального программного обеспечения iControl производится регулировка и настраиваются необходимые для заданного режима работы параметры почвообрабатывающих машин.

В качестве связи используется беспроводная технология локальной сети Wi-Fi, также описываемая система управления поддерживает протокол ISOBUS.

Представленный сканер почвы Topsoil Mapper от австрийской компании Geoprosectors позволяет бесконтактным способом измерять электропроводность почвы до глубины в 1,1 м., находясь в передней части машины. Полученные данные позволяют определить влажность почвы, ее уплотнение и структуру. Также, в режиме реального времени можно осуществлять дифференцированную обработку почвы, управляя подключенной к трактору почвообрабатывающей машиной и строить карты полей.

ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья разработал машину для дифференцированной обработки почвы [4,5] и технологию обработки, основанной на вибрационном воздействии на почву рабочих органов специальной конструкции с одновременным снижением тягового сопротивления. Принципиальная схема работы системы представлена на рис.1.

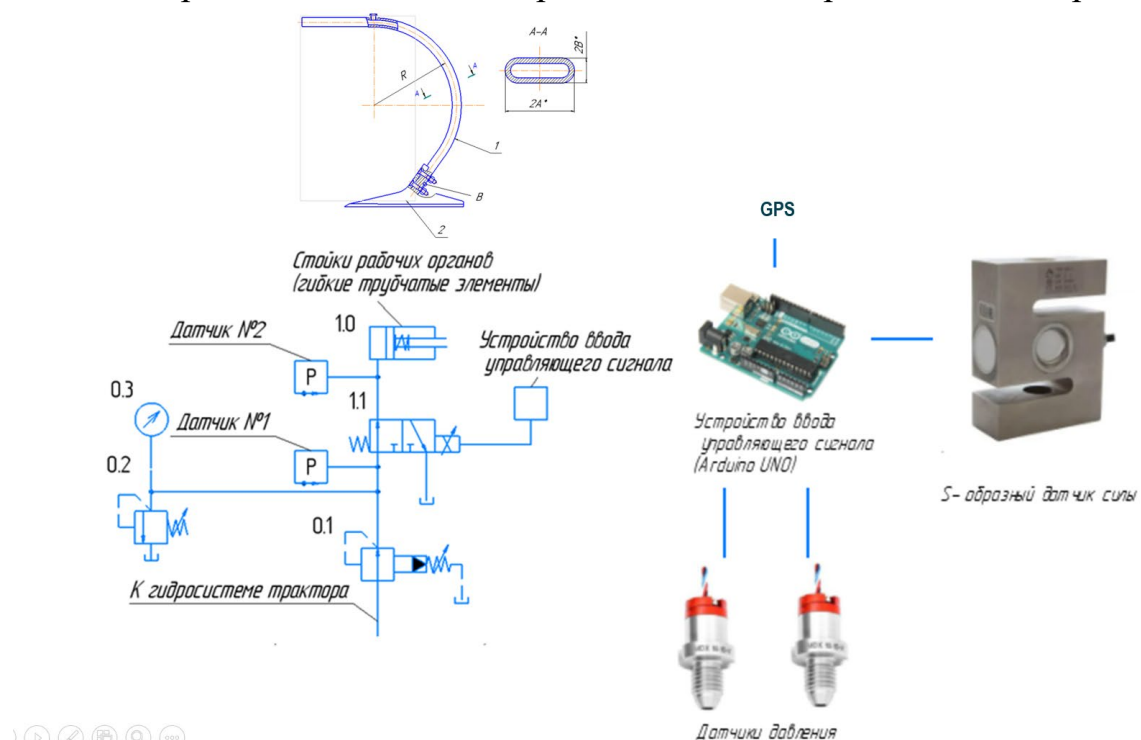


Рисунок 1 – Принципиальная схема управления рабочими органами почвообрабатывающей машины

Гидравлическая система культиватора (рис.1) представляет собой силовую импульсную систему гидрообъемного типа, формирование импульса происходит в результате подачи давления во внутреннюю полость стойки в виде гибкого трубчатого элемента. Гидравлическая система культиватора работает от гидросистемы трактора. Давление в напорной линии поддерживается постоянным при помощи редуцирующего клапана. Импульсная подача давления осуществляется через устройство управления гидравлической связью, гидроклапан DS3-TA (Diplomatic Oleodinamica) с электромагнитным управлением. Частота пульсаций давления изменяется посредством

управляющего сигнала от блока управления, генератора цикла, на электромагнит клапана. Обратное движение стойки рабочего органа происходит под действием сил упругости, в этом случае, при закрытом клапане, происходит разрыв гидравлической связи между исполнительным элементом и гидросистемой трактора. Управление системой осуществляется с помощью контроллера с обратной связью по давлению, силе тягового сопротивления. Система позволяет задавать параметры колебаний для каждого рабочего органа, частоту и амплитуду, в соответствии с положением машины на поле, GPS координатами. Интенсивность обработки каждого участка может быть задана заранее в виде карты-задания, либо определяться датчиками.

Технология российской фирмы DEEPLOW позволяет с высокой точностью контролировать глубину погружения орудий при обработке почвы [8].

Набор сенсоров подбирается с учетом конструктивных особенностей агрегатов. Система измеряет глубину погружения орудий посекционно и учитывает индивидуальные особенности машины. Контроль осуществляется по отдельным секциям слева направо или по контрольным точкам заглубления в передней и задней части машины, умеет работать с оборотными машинами.

Большим преимуществом решения DEEPLOW является обработка и фильтрация полученных данных прямо на борту агрегата, в результате достигается высокая точность измерений даже при попадании растительных остатков в область измерения

Неоднородность почвы требует различной глубины ее обработки на участках поля, отличающихся между собой типом, уплотнением и содержанием влаги в почве. Измерение этих показателей с достаточной точностью и надежностью возможно лишь в режиме реального времени, так как в течение сезона они претерпевают значительные изменения. Австрийская компания «Geoprospectors GmbH» разработала систему сенсоров, способную в режиме реального времени определять соответствующие параметры почвы и отправлять данные на компьютер, который использует их для регулирования рабочей глубины почвообрабатывающего оборудования. Эти датчики устанавливаются в передней части трактора.

Для решения задачи контроля глубины обработки почвы компания Norac разработала систему TDC (Tillage depth control). Новый регулятор глубины обработки почвы использует уже проверенную и зарекомендовавшую себя на практике технологию бесконтактных ультразвуковых датчиков, который применяется в Norac Boom Height Control system [6]. Ультразвуковые датчики автоматически компенсируют различия в типах почвы и рельефе местности, сохраняя при этом правильную глубину обработки, это обеспечивает лучшую

всхожесть благодаря ровному посевному ложу. Также повышается эффективность искоренения сорной растительности.

Noras TDC разработан для того, чтобы превратить обработку почвы в высокотехнологичную операцию, независимо от типа трактора. Оснащенные специализированными алгоритмами, датчики идентифицируют и дифференцируют препятствия для поддержания желаемой глубины, система автоматически обеспечивает правильную глубину резания в любых условиях и на любой местности. Кроме того, операторы могут рассчитывать на большую точность, чем конкурирующие системы, благодаря запатентованной технологии питания ультразвуковых датчиков Noras и в отличие от любого другого решения, оно специально разработано для компенсации неровностей полей и влияния на орудие сухих или влажных почв. С TDC глубина больше не является теоретической установкой, это точно измеряемый и контролируемый параметр.

Система контроля глубины обработки почвы Noras уникальна своей универсальностью. Практически на любой модели трактора или почвообрабатывающем оборудовании прицепного типа с гидравлическим приводом возможно применение данной системы. Протокол ISOBUS делает использование данной системы еще более простой не только в эксплуатации применяемого оборудования, но и при его установке и настройке. Благодаря интуитивно понятному управлению на экране используются дисплеи, совместимые с ISO-UT, в том числе Topcon Pulse, X25 и X35, или любой существующий дисплей ISO-UT, что позволяет минимизировать затраты.

Система iQblue Lemken позволяет оптимизировать работу плугов и культиваторов, комбинированных почвообрабатывающих машин [9].

В задней части культиватора установлен датчик угла, который измеряет фактическую рабочую глубину после калибровки в поле. Во время калибровки две рабочие глубины измеряются вручную и вводятся в терминал. Таким образом, положения задней навески и поддерживающего катка присваиваются фактической рабочей глубине и впоследствии используются для управления.

Культиватор Cenius-2TX-ZoneFinder с приложением Exatrek от AMAZONE для позволяет фиксации мелкомасштабных отличий в структуре почвы, обработать их на основании аппликационной карты и позже использовать, например, для дифференцированного посева [14]. Центральным элементом культиватора Cenius-ZoneFinder является модуль телеметрии с регистратором данных от Exatrek, принимает данные по скорости, тяговому усилию, расходу топлива и пробуксовке колес трактора по данным шины CAN, а с другой – данные по рабочему положению, глубине обработки и наклону навесного культиватора Cenius-2TX. Результатом сбора данных с помощью культиватора являются карты плотности почв, которые могут быть использованы для

последующих мероприятий по возделыванию земли. Таким образом, за счет дифференцированной обработки почвы можно снизить расход топлива или с другими информационными системами осуществить дифференцированную регулировку нормы высева.

Система активной обработки почвы TruSet Active от John Deere при помощи ультразвукового датчика, установленного на основной раме, измеряет глубину непосредственно над поверхностью почвы и адаптирует глубину обработки почвы к различным полевым условиям [2].

Отдельным направлением в совершенствовании машин для обработки почвы является междурядная обработка почвы. С возможностью точного позиционирования агрегата на поле получили распространение машины для междурядной обработки почвы, использующие активные рабочие органы и системы компьютерного зрения для обработки почвы в междурядии, так и между растениями в ряду [11]. На сегодняшний день серийно выпускаются машины фирмами Ferrari Costruzioni Meccaniche (автоматические прополочные машины REMOWEED и SCORPION) [10], Robovator [11], Carford, Steketee [13], Vision Robotics [1]2, SCHMOTZER Venterra 2K AMAZONE [14]. В Тюменской области есть положительный опыт применения почвообрабатывающих машин данного типа в хозяйствах Заводоуковского и Упоровского районов.

Таким образом, совершенствование почвообрабатывающих машин для использования в технологиях точного земледелия требует применения рабочих органов, меняющих положение относительно движения агрегата, либо изменяющих геометрию в процессе обработки почвы. Наиболее перспективным направлением, по нашему мнению, следует считать применение для этих целей рабочих органов с использованием гибких трубчатых элементов.

### **Библиографический список**

1. Технические системы цифрового контроля качества обработки почвы / С. И. Старовойтов, Ю. С. Ценц, В. М. Коротченя, Г. И. Личман // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2020. – Т. 14. – № 1. – С. 16-21. <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2020-14-1-16-21>
2. John Deere. 2660VT Variable Intensity Tillage. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.deere.com/en/tillage/disks/2660vt-variable-intensity-tillage/> (Дата обращения: 22.12.2022 г.)
3. Gates Manufacturing. Dynamic Adapt Soil Conditioning System. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gatesmfg.net/products/dynamic-adapt-soil-conditioning-system/> (Дата обращения: 22.12.2022 г.)
4. Устинов, Н. Н. Результаты определения крошения почвы при работе вибрационного культиватора / Н. Н. Устинов, А. С. Мартыненко, А. А.



Маратканов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 5(91). – С. 85-88. – EDN ZCXJBY.

5. Устинов Н.Н., Мартыненко А.С., Булатов Ф.Р. Исследование импульсной гидросистемы культиватора с гибкими трубчатыми стойками / Устинов Н.Н., Мартыненко А.С., Булатов Ф.Р. //Сельский механизатор. 2020. – № 12. – С. 8-9.

6. Topcon Agriculture. Topcon Agriculture releases Tillage Depth Control powered by NORAC. [Электронный ресурс]. URL:<https://www.topconpositioning.com/insights/topcon-agriculture-releases-tillage-depth-control-powered-norac> (Дата обращения: 22.12.2022 г.)

7. Summers Manufacturing, Inc. VRT Renegade. [Электронный ресурс]. URL: <https://summersmfg.com/tillage/vrt-renegade/features-benefits> (Дата обращения: 22.12.2022 г.)

8. Уникальная технология обработки почвы DEEPLOW. [Электронный ресурс]. URL: <https://deerlow.ru/> (Дата обращения: 22.12.2022 г.)

9. Lemken [Электронный ресурс]. URL: <https://lemken.com/ru-ru/> (Дата обращения: 22.12.2022 г.)

10. Автоматические пропололочные машины REMOWEED и SCORPION. [Электронный ресурс]. URL: <https://ferrarigrowtech.com/ru/pololnaya-mashina/28-remoweed.html> (Дата обращения: 22.12.2022 г.)

11. Robovator. The Robovator is a vision based robotic hoeing machine for controlling weeds in row crops. [Электронный ресурс]. URL:<https://www.rovator.com> (Дата обращения: 22.12.2022 г.)

12. Vision Robotics Corporation. Intelligent Inline Cultivator. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.visionrobotics.com/s-projects-side-by-side> (Дата обращения: 22.12.2022 г.)

13. MACHINEFABRIEK STEKETEE B.V. WEEDING TECHNOLOGY. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.steketee.com/weedcontrol/> (Дата обращения: 22.12.2022 г.)

14. AMAZONEN-WERKE H. DREYER SE & Co. KG. Машины для междурядной обработки SCHMOTZER Venterra 2K AMAZONE. [Электронный ресурс]. URL: <https://amazone.net/en/agritechnica/our-agritechnica-innovations-2022/innovation-details/schmotzer-venterra-2k-hoe-987674> (Дата обращения: 22.12.2022 г.)

УДК 620-193

ББК 36.66

**Родыгин Игорь Дмитриевич**, студент группы Б-ЭЭ22, ИТИ, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», г. Тюмень;

**Разманова Вера Ерофеевна**, старший преподаватель кафедры общей химии имени И.Д. Комиссарова, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», г. Тюмень.

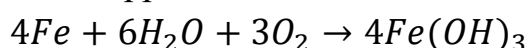
## Коррозия металлов

**Аннотация:** Коррозия — это самопроизвольное разрушение металлов и сплавов в результате химического, электрохимического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой. В настоящее время проблема коррозии является одной из самых актуальных, так как она затрагивает многие сферы нашей жизни: промышленность, строительство, транспорт, сельское хозяйство и т.д. Представлены типы, среды и процессы коррозии. В статье рассматриваются методы защиты от коррозии. Коррозия наносит большой материальный и экономический ущерб. Общество ежегодно тратит огромные суммы денег на борьбу с этой острой проблемой, поэтому рассмотрение этой темы в магистерской диссертации очень актуально.

**Ключевые слова:** коррозия, защита металлов от коррозии, химическая коррозия, электрохимическая коррозия.

Металлы являются основным конструкционным материалом в большинстве производств. И им неизбежно грозит процесс коррозии. Коррозия - самопроизвольное разрушение металлов и сплавов в результате химического, электрохимического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой. Разрушение по физическим причинам не является коррозией, а характеризуется понятиями «эрозия», «истирание», «износ». Причиной коррозии служит термодинамическая неустойчивость конструкционных материалов к воздействию веществ, находящихся в контактирующей с ними среде.

Пример - кислородная коррозия железа в воде:



Гидроксид железа  $Fe(OH)_3$  и является тем, что называют ржавчиной [7].

Характер разрушения поверхности металла или изменения его физико-химических свойств определяется в первую очередь свойствами самого металла и свойствами коррозионной среды. Если разрушению подвергается вся

поверхность изделия, то такой вид называют сплошной коррозией, если разрушаются отдельные участки поверхности, то – локальной (местной) коррозией. Последняя более опасна, так как процесс может проникать на большую глубину. Сплошная коррозия бывает равномерной и неравномерной.

Имеются и другие виды коррозионных разрушений, сочетающие в себе воздействие коррозионной среды и механические воздействия (например, коррозионное растрескивание – коррозия, развивающаяся в зоне механических напряжений).

Главная классификация производится по механизму протекания процесса. Различают два вида:

1. химическую коррозию;
2. электрохимическую коррозию.

Электрохимическая коррозия является наиболее распространенным типом коррозии металлов. Причиной электрохимической коррозии является возникновение на поверхности металла короткозамкнутых гальванических элементов. В кислой среде электрохимическая коррозия протекает с водородной деполяризацией. В нейтральной среде коррозия протекает с кислородной деполяризацией, т.е. роль деполяризатора выполняет кислород, растворенный в воде. Этот вид коррозии наиболее широко распространен в природе [2, с. 739-743].

Электрохимическая коррозия приводит к быстрому разрушению более активных металлов, которые в различных механизмах и устройствах контактируют с менее активными металлами, расположенными в электрохимическом ряду напряжений правее [6].

Разрушение металла под воздействием возникающих в коррозионной среде гальванических элементов называют электрохимической коррозией. При электрохимической коррозии (наиболее частая форма коррозии) всегда требуется наличие электролита (Конденсат, дождевая вода и т. д.), с которым соприкасаются электроды - либо различные элементы структуры материала, либо два различных соприкасающихся материала с различающимися окислительно-восстановительными потенциалами. Если в воде растворены ионы солей, кислот, или т.п., электропроводность ее повышается, и скорость процесса увеличивается.

Среда, в которой металл подвергается коррозии (коррозирует) называется коррозионной или агрессивной средой. По степени воздействия на металлы коррозионные среды целесообразно разделить на:

1. неагрессивные;
2. слабоагрессивные;
3. среднеагрессивные;

#### 4. сильноагрессивные.

Для определения степени агрессивности среды при атмосферной коррозии необходимо учитывать условия эксплуатации металлических конструкций зданий и сооружений. Степень агрессивности среды по отношению к конструкциям внутри отапливаемых и неотапливаемых зданий, зданий без стен и постоянно аэрируемых зданий определяется возможностью конденсации влаги, а также температурно-влажностным режимом и концентрацией газов и пыли внутри здания. Степень агрессивности среды по отношению к конструкциям на открытом воздухе, не защищенным от непосредственного попадания атмосферных осадков, определяется климатической зоной и концентрацией газов и пыли в воздухе. С учетом влияния метеорологических факторов и агрессивности газов разработана классификация степени агрессивности сред по отношению к строительным металлическим конструкциям [8].

Скорость коррозии металлов и металлических покрытий в атмосферных условиях определяется комплексным воздействием ряда факторов: наличием на поверхности фазовых и адсорбционных пленок влаги, загрязненностью воздуха коррозионно-агрессивными веществами, изменением температуры воздуха и металла, образованием продуктов коррозии и так далее.

Любой коррозионный процесс является многостадийным.

1. Подвод коррозионной среды или отдельных ее компонентов к поверхности металла.
2. Взаимодействие среды с металлом.
3. Полный или частичный отвод продуктов от поверхности металла (в объем жидкости, если среда жидкая).

Большинство металлов (кроме золота, серебра, платины, меди) встречаются в природе в ионном состоянии: оксиды, сульфиды, карбонаты и так далее и называются обычно рудами. Ионное состояние более выгодно, оно характеризуется меньшей внутренней энергией. Это заметно при получении металлов из руд и их коррозии. Поглощенная энергия при восстановлении металла из соединений свидетельствует о том, что свободный металл обладает более высокой энергией, чем металлическое соединение. Это приводит к тому, что металл, находящийся в контакте с коррозионно-активной средой стремится перейти в энергетически выгодное состояние с меньшим запасом энергии. Первопричиной коррозии металла является термодинамическая неустойчивость металлов в заданной среде [3].

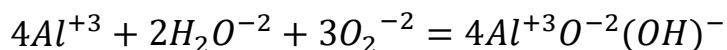
Оценка и расчет скорости коррозии должны основываться на учете продолжительности и материальном коррозионном эффекте действия на металл наиболее агрессивных факторов.

В зависимости от факторов, влияющих на скорость коррозии, целесообразно следующее подразделение условий эксплуатации металлов, подвергаемых атмосферной коррозии:

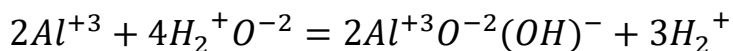
1. Закрытые помещения с внутренними источниками тепла и влаги (отапливаемые помещения);
2. Закрытые помещения без внутренних источников тепла и влаги (неотапливаемые помещения);
3. Открытая атмосфера[1].

Многие металлы, в том числе и довольно активные (например, алюминий) при коррозии покрываются плотной, хорошо скрепленной с металлами оксидной пленкой, которая не позволяет окислителям проникнуть в более глубокие слои и потому предохраняет металл от коррозии. При удалении этой пленки металл начинает взаимодействовать с влагой и кислородом воздуха.

Алюминий в обычных условиях устойчив к воздействию воздуха и воды, даже кипящей, однако если на поверхность алюминия нанести ртуть, то образующаяся амальгама разрушает оксидную пленку - выталкивает ее с поверхности, и металл быстро превращается в белые хлопья метагидроксида алюминия:



Амальгамированный алюминий взаимодействует с водой с выделением водорода:



Коррозии подвергаются и некоторые малоактивные металлы. Во влажном воздухе поверхность меди покрывается зеленоватым налетом (патиной) в результате образования смеси основных солей.

Иногда при коррозии металлов происходит не окисление, а восстановление некоторых элементов, содержащихся в сплавах. Например, при высоких давлениях и температурах карбиды, содержащиеся в сталях, восстанавливаются водородом.

К коррозии металлов можно отнести также их растворение в жидких расплавленных металлах (натрий, свинец, висмут), которые используются, в частности, в качестве теплоносителей в ядерных реакторах.

При одновременном воздействии на металл внешней среды и механических напряжений все коррозионные процессы активизируются, поскольку при этом понижается термическая устойчивость металла, нарушаются оксидные пленки на поверхности металла, усиливаются электрохимические процессы в местах появления трещин и неоднородностей.

Методы защиты от коррозии

Проблема защиты металлов от коррозии возникла почти в самом начале их использования. Люди пытались защитить металлы от атмосферного воздействия с помощью жира, масел, а позднее и покрытием другими металлами и, прежде всего, легкоплавким оловом. В трудах древнегреческого историка Геродота (V век до нашей эры) уже имеется упоминание о применении олова для защиты железа от коррозии

Задачей химиков было и остается выяснение сущности явлений коррозии, разработка мер, препятствующих или замедляющих её протекание. Коррозия металлов осуществляется в соответствии с законами природы и поэтому ее нельзя полностью устранить, а можно лишь замедлить.

Три основных аспекта, которые помогают получить научную проработку вопроса:

1. Экономическая эффективность. Понимание того, что может стимулировать окисление и коррозию материала при определенных условиях, может значительно снизить экономические затраты. Это касается разрушения отдельных металлических изделий: от труб и котлов, до деталей станков, теплообменного оборудования, резервуаров. Чем больше вам нужен продукт этого типа, тем меньше вам нужно тратить на ремонт и возможные замены.

2. Повысить надежность оборудования. Есть участки, где отказ оборудования может привести к серьезным опасным последствиям. Примером могут служить разрушение турбин атомных электростанций и тепловых электростанций, проблемы хранения отходов, представляющие повышенную биологическую опасность, потенциально способные нанести вред как человеку, так и окружающей среде.

3. Обеспечение сохранности фонда металлопродукции. Одним из факторов является постепенное истощение мировых запасов полезных ископаемых. Многие страны начинают замечать, что в будущем вполне может возникнуть нехватка металлов. В этом случае человечество столкнется с серьезными проблемами.

В зависимости от характера коррозии и условий ее протекания применяются различные методы защиты. Выбор того или иного способа определяется его эффективностью в данном конкретном случае, а также экономической целесообразностью.

Для того, чтобы свести риск коррозионных повреждений к минимуму, трубопроводы защищают антикоррозионными покрытиями и дополнительными средствами электрохимической защиты. Считается, что пассивная защита выступает основным или главным способом защиты, а активная – вспомогательным.

На вопрос, можно ли обойтись только одним типом защиты, есть однозначный ответ: в реальных условиях пролегания трасс магистральных трубопроводов применение только одного типа защиты не может обеспечить эффективной защиты от коррозии [9 с. 50-54].

Первичная защита (пассивная защита) трубопроводов от коррозии осуществляется изоляционными покрытиями. Основным назначением любого вида покрытия является уменьшение доступа коррозионноопасной среды (воды, кислорода, воздуха и др.) к поверхности металла.

Существуют требования, предъявляемые к изоляционным покрытиям: низкая влаго-, кислородопроницаемость, высокие механические характеристики, высокая и стабильная адгезия покрытия к стали, стойкость к катодному отслаиванию, хорошие диэлектрические характеристики, устойчивость покрытия к ультрафиолетовому и тепловому старению.

Устойчивость к механическим воздействиям – это основное требование к изоляционным покрытиям, а также, чтобы обеспечить защиту трубопровода на всем сроке его эксплуатации, такие покрытия должны быть стойкими к изменениям температуры, причем диапазон таких температур должен быть широким.

В России применяют следующие типы покрытий для изоляции трубопроводов, а именно:

1. Полимерные липкие ленты холодного нанесения;
2. битумно-резиновые мастики;
3. полимерно-битумные мастики;
4. трехслойные полиэтиленовые покрытия;
5. полиуретановые покрытия.

Для первых трех типов материалов не требуется специальная очистка труб высокой степени, чтобы подготовить их перед нанесением изоляционных покрытий, так как, для таких материалов устанавливается уровень очистки труб – Sa 2 (Тщательная пескоструйная очистка. Степень очистки - 76% чистой поверхности). При проверке невооружённым взглядом поверхность должна выглядеть зачищенной от видимых масляных, жировых пятен и грязи и от большей части окалина, ржавчины, краски и других посторонних веществ. Каждое остаточное загрязнение должно иметь плотное прилегание [5, с. 1204-1209].

Также есть основной способ защиты металлов от коррозии — это создание защитных покрытий — металлических, неметаллических или химических.

#### *Металлические покрытия.*

На защищаемый от коррозии металл наносится металлическое покрытие слоем другого коррозионностойкого металла в тех же условиях. Если

металлическое покрытие состоит из металла с более отрицательным (более активным) потенциалом, чем защищаемый, то его называют анодным покрытием. Если металлическое покрытие состоит из металла с более положительным (менее активным) потенциалом, чем защищаемый, то его называют катодным покрытием.

Например, при нанесении слоя цинка на железо, при нарушении целостности покрытия, цинк выступает в роли анода и будет разрушаться, а железо находится под защитой до тех пор, пока не будет исчерпан весь цинк. Цинковое покрытие в данном случае является анодным.

Катодное защитное покрытие железа может быть, например, из меди или никеля. При нарушении целостности такого покрытия защищаемый металл разрушается.

#### *Неметаллические покрытия.*

Такие покрытия могут быть неорганические (цементный раствор, стекловидная масса) и органические (высокомолекулярные соединения, лаки, краски, битум).

#### *Химические покрытия.*

В этом случае защищаемый металл подвергают химической обработке с целью образования на поверхности пленки его соединения, устойчивой к коррозии. Сюда относятся:

1. оксидирование – получение устойчивых оксидных пленок ( $Al_2O_3$ ,  $ZnO$  и др.);
2. фосфатирование – получение защитной пленки фосфатов ( $Fe_3(PO_4)_2$ ,  $Mn_3(PO_4)_2$ );
3. азотирование – поверхность металла (стали) насыщают азотом;
4. воронение стали – поверхность металла взаимодействует с органическими веществами;
5. цементация – получение на поверхности металла его соединения с углеродом.

Все потери, возникающие в результате развития коррозии, можно разделить на прямые и косвенные. Прямые потери учитываются как затраты на увеличение затрат на оплату труда, ремонт, демонтаж и монтаж новых металлоконструкций.

Также в разряд прямых затрат входит возникновение проблем с дополнительной обработкой металла после обнаружения на нем признаков коррозии. Организация защиты и борьба с последствиями электрохимической коррозии также требуют значительных финансовых вложений.

Дополнительные расходы также можно отнести к прямым потерям. Они связаны с тем, что в местах с повышенным риском образования ржавчины



необходимо использовать более дорогие материалы – защищенную сталь, специальную обработку от коррозии.

Приходится тратить на покупку ингибиторов для уменьшения воздействия коррозии, борьбу с потенциальными условиями, которые могли бы спровоцировать появление коррозии в помещении, где установлено стальное изделие.

Простая статистика показывает, насколько серьезны немедленные потери. Это показывает, что ежегодно в мире тратится до двух миллиардов долларов, и только в области дорожного строительства.

На компенсацию таких проблем идет не менее 4,2% всего валового национального продукта.

В то же время ученые утверждают, что применение качественных защитных мер позволяет снизить потери на 15%. Одной из задач современной науки является поиск путей дальнейшего снижения потенциальных прямых затрат.

Помимо прямых потерь, есть и косвенные потери. Это большая группа факторов, которые потенциально могут повлиять на общие расходы любой компании. Рассмотрим наиболее важные из них:

1. Простой оборудования. Из-за того, что металлические конструкции и детали подвержены коррозии, на их замену потребуется время. Часто это приводит к тому, что производственные, трубопроводные или другие промышленные объекты начинают простаивать. Это всегда приводит к потерям.

2. Сокращение объемов поставок готовой продукции. Речь идет о том, что под воздействием ржавчины потенциально могут появиться протечки, поломки. По этой причине происходит отток нефтепродуктов, газа, воды и других товаров.

3. Снижение мощности. Существует большая опасность того, что из-за большого скопления продуктов коррозии снизится уровень теплоотдачи и ухудшится теплопроводность. Если говорить о трубах, то рост ржавчины внутри приводит к снижению проходимости. И такие проблемы есть во многих отраслях, в том числе в машиностроении, инженерных коммуникациях и других отраслях.

4. Сильное загрязнение продукта. Важно понимать, что когда труба начинает ржаветь, продукты коррозии могут смешиваться со специфической жидкостью, транспортируемой по трубопроводу. Загрязняться могут нефтепродукты, вода и даже газ. Ухудшается конечное качество товара — это всегда приводит к множеству проблем в цепочке поставок.

5. Устранение последствий отказа. Косвенные потери также можно отнести к возможности возникновения потерь переносимого рабочего вещества

из-за коррозии. Утечки наносят большой ущерб. Часто приходится тратить большие деньги на оплату многочисленных штрафов. Также существует вероятность того, что из-за ржавчины возникнет возможность взрыва и многих других проблем.

В сельском хозяйстве сосредоточено более 10 % всего металлического фонда страны, а потери от коррозии составляют 15 % от общих потерь. Коррозия сельскохозяйственной техники определяется местной природной средой, климатическими условиями, сезонностью использования и др. В сельском хозяйстве применяют различные минералы, органические вещества, гербициды, пестициды, очистители сельскохозяйственной техники и др., оказывающие негативное влияние на коррозию сельскохозяйственной техники.

Наиболее распространенным методом антикоррозионной защиты наружных поверхностей сельскохозяйственных машин при подготовке к хранению является их консервация различными защитными материалами. Для этих целей применяют пластичные смазки, консервирующие и смазочные масла, защитные восковые дисперсии, ингибиторы пленкообразования нефтяные составы, бензино-битумные составы, маслорастворимые ингибиторы и антикоррозионные присадки. Основными критериями выбора консервационных материалов являются коррозионная агрессивность среды, вид хранения, состояние защищаемой поверхности, срок защиты, технологичность применения и необходимость расконсервации. Защитное действие пластичных смазок основано на механической изоляции поверхности деталей от действия агрессивных веществ и влаги. К этому классу консервантов относится водостойкая консервирующая пластичная смазка ПВК, которая характеризуется высокой водостойкостью, высокой стойкостью к окислению и низкой летучестью. Защитный эффект сохраняется до 1,5 лет.

Жидкие консервационные масла содержат маслорастворимые ингибиторы коррозии, способные вытеснять воду со смачиваемой поверхности и образовывать на металле хемосорбционные и адсорбционные пленки. Mayakor ConservationOil производится из смеси трансформирующих и нитрованных масел с добавлением загустителя, аминов, окисленных углеводородов и сульфонатных присадок. Предназначены для долговременной защиты от коррозии изделий из черных и цветных металлов, листового проката, хранящихся в тяжелых условиях. Маякор обладает хорошей водовытесняющей способностью, позволяет проводить консервацию без подготовки поверхности на срок до 1 года.

Состав защитного водно-воска «Герон» представляет собой дисперсию церезина в воде с добавлением поверхностно-активных веществ и ингибиторов коррозии металлов. Состав «Герон» защищает от коррозии и старения узлы,

детали сельскохозяйственной техники отечественного и импортного производства, эксплуатируемые в сельскохозяйственных предприятиях или давно находящиеся на площадках товарных складов. Продолжительность защитного действия покрытия составляет 1 год для стали и 3 года для резинотехнических изделий.

Для антикоррозионной защиты рамных конструкций сельскохозяйственной техники выпускается пленкообразующая ингибированная масляная композиция «Кабинор». Данная композиция представляет собой смесь петролатума, нефтяного битума и литиевого мыла органических кислот с участием алифатических аминов, адгезивных добавок в растворе легколетучего органического растворителя. «Кабинор» образует на поверхности металла пленки толщиной 0,02-0,10 мм.

Также возможно содержание оборудования с традиционными битумными составами, которые отличаются относительно низкой стоимостью и высокой доступностью. Недостатком этих соединений являются слабые защитные свойства. Под воздействием света и тепла битумные покрытия быстро стареют и через 3-4 месяца становятся хрупкими.

Наиболее эффективным классом консервирующих составов, особенно в отношении внешнего ухода за оборудованием, являются пленкообразующие маслоингибированные составы (ПИНС). Наличие в составе БИНС растворителей (углеводородных, хлорорганических или воды), специально подобранных загустителей и значительного количества маслорастворимых ингибиторов коррозии позволяет получить высокие защитные свойства в тонкопленочной (при толщине пленки 20–50 мкм, БИНС на один-два порядка эффективнее ингибированных масел и смазок, при толщине 100-200 мкм обеспечивают лучшую защиту, чем смазки при толщине до 5 мм). В отличие от несмываемых изоляционных лакокрасочных материалов, полимерных материалов, битумных мастик и восковых композиций, пленкообразующие ингибированные масляные композиции являются активными и ингибированными смазками, которые можно использовать не только для защиты неокрашенных и окрашенных наружных поверхностей, но и сложных металлических изделий с несколькими узлы трения, для защиты влажных и мокрых поверхностей, скрытые внутренние профили, где использование других защитных материалов вообще невозможно.

Анализ консервационных материалов для антикоррозионной защиты сельскохозяйственных машин позволил сделать вывод, что, несмотря на все многообразие, использование этих составов для защиты стыковых соединений и сварных деталей машин малоэффективно. В основном это связано с тем, что процесс коррозии происходит внутри разъемов, а защищены только их внешние поверхности. В связи с этим необходимо более детальное изучение возможности

совместного применения различных по своим физико-химическим свойствам материалов для защиты стыковых и сварных соединений деталей сельскохозяйственных машин при подготовке к длительному хранению на открытых площадках [4, с. 57-59].

В XXI веке высокие темпы развития промышленности, интенсификация производственных процессов, повышение основных технологических параметров (температура, давление, концентрация реагентов и др.) предъявляют высокие требования к надежной работе технологического оборудования и строительных конструкций. Надежная защита от коррозии и использование качественных химически стойких материалов имеют особое значение в комплексе мероприятий по обеспечению бесперебойной работы устройств. Необходимость принятия защитных мер от коррозии диктуется тем, что коррозионные потери наносят чрезвычайно значительный ущерб. По имеющимся данным, около 10 % годового производства металла расходуется на покрытие сухих потерь вследствие коррозии и последующего напыления. Основной ущерб, причиняемый коррозией металлов, связан не только с потерей большого количества металла, но и с повреждением или выходом из строя самих металлоконструкций, так как в результате коррозии они теряют необходимую прочность, пластичность, герметичность, термическую электропроводность, отражательная способность и другие необходимые характеристики. К потерям народного хозяйства от коррозии относятся также огромные затраты на все виды антикоррозионной защиты, ущерб в результате ухудшения качества продукции, отказов оборудования, аварий на производстве.

### **Библиографический список**

1. Агрессивные среды для каждого вида коррозии стали / [Электронный ресурс] // МеталлМастер: [сайт]. — URL: <https://optkonserv.ru/agressivnyye-sredy-dlya-kazhdogo-vida-korrozii-stali/> (дата обращения: 14.12.2022).
2. Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения : Сборник материалов LV Студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 17–19 марта 2021 года. Том Часть 1. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. – 762 с. – EDN XBZBBK.
3. Андреев И.Н. Коррозия металлов и их защита. – Казань: Татарское книжное издательство, 1979.
4. Анурьев, С. Г. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии / С. Г. Анурьев, И. А. Киселев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 11.3 (145.3). — С. 57-59. — URL: <https://moluch.ru/archive/145/41014/> (дата обращения: 19.12.2022).

5. Карницкая, А. Н. Коррозия металлов / А. Н. Карницкая // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 32. – С. 1204-1209. – EDN GMCFMX.
6. Классификация коррозионных процессов / [Электронный ресурс] // Студопедия: [сайт]. — URL: [https://studopedia.ru/18\\_2864\\_klassifikatsiya-korroziionnih-protseessov.html](https://studopedia.ru/18_2864_klassifikatsiya-korroziionnih-protseessov.html) (дата обращения: 14.12.2022).
7. Коррозия / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Коррозия> (дата обращения: 14.12.2022).
8. Коррозия металлов / [Электронный ресурс] // Энциклопедия кругосвет: [сайт]. — URL: [https://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/himiya/KORROZIYA\\_METALLOV.html](https://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/KORROZIYA_METALLOV.html) (дата обращения: 14.12.2022).
9. Филатов А.А. Защита стальных трубопроводов от коррозии – важнейший аспект в обеспечении их длительной эксплуатации [Текст] / А.А. Филатов; И.И. Велиюлин; Р.Р. Хасанов // «Коррозия «Территории «НЕФТЕГАЗ». – 2018. – №2. – С. 50-54.

**Сидорова Татьяна Сергеевна**, магистрант УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» г. Горки, Республика Беларусь

**Марусич Александр Григорьевич**, к.с.-х. н., доцент, зав. кафедрой крупного животноводства и переработки животноводческой продукции УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» г. Горки, Республика Беларусь

### **Влияние витамина С на интенсивность роста цыплят-бройлеров**

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по обогащению комбикорма для цыплят-бройлеров витамином С на последней стадии выращивания. В результате исследований установлено, что обогащение комбикорма для цыплят-бройлеров Финиш ПК-6 витамином С в количестве 3 % на 1 т комбикорма оказало положительное влияние на интенсивность роста цыплят-бройлеров.

**Ключевые слова:** кормление, комбикорм, цыплята-бройлеры, интенсивность роста, витамин С.

В последние десятилетия люди стали хорошо осознавать связь между едой и здоровьем. Еду можно считать функциональной только в том случае, если вместе с ее основными питательным действием она оказывает благотворное влияние на здоровье человека [6].

Кормление сельскохозяйственной птицы – один из важнейших производственных процессов, обеспечивающих эффективность отрасли, который основывается на научных методах и приемах. Современные методы ведения птицеводства на промышленной основе с использованием новых высокопродуктивных линий и кроссов птицы требуют дальнейших научных разработок по совершенствованию системы нормирования и режима кормления птицы, а также способов, обеспечивающих эффективное использование питательных веществ кормов при оптимальном протекании обменных процессов в организме.

Из всех отраслей животноводства в птицеводстве (особенно в производстве яиц и мяса бройлеров) достигнуты наиболее высокие темпы развития.

Интенсификация промышленного птицеводства стала возможной благодаря производству комбикормов, техническому оснащению птицефабрик,

повышению роли науки в решении проблем разведения, кормления и содержания птицы.

Определяющим фактором рентабельного высокопродуктивного птицеводства является прочная кормовая база при полном обеспечении организма птицы всеми необходимыми нутриентами. Снижение производственных издержек на корма возможно при использовании дополнительных (традиционных и нетрадиционных) кормовых компонентов, повышая, таким образом, продуктивность и сохранность поголовья [1].

Одно из самых важных направлений в исследованиях по кормлению сельскохозяйственной птицы – это поиск дешевых, а самое главное – доступных кормовых средств с высокой биологической ценностью.

Наряду с организацией полноценного кормления в птицеводстве большая роль отводится использованию биологически активных веществ. Использование в комбикормовой промышленности компонентов местного происхождения – это возможность обеспечить полноценным питанием, с биологической точки зрения, сельскохозяйственных животных и птицы. Экономика производства продукции животноводства напрямую зависит от выбора сырья и характера его использования. В животноводстве имеются разнообразные способы рационального использования природного органического сырья. Из возобновляемых природных ресурсов наибольшую ценность представляют современные осадки (торф, сапропели, донные озерные отложения, сульфидноилловые грязи). Часто сырье используется в натуральном виде в курортном лечении, в сельском хозяйстве.

Природные кормовые добавки оказывают положительное влияние не только на продуктивность сельскохозяйственных животных, но и на качество получаемой продукции.

Особое значение в питании птицы имеет витамины. При недостатке витаминов в комбикормах у птицы наблюдаются гиповитаминозы, при избытке – гипервитаминозы, а при их отсутствии – авитаминозы. Все они сопровождаются, как правило, нарушением обмена веществ, снижением устойчивости к инфекциям и повышенной смертностью, истощением и замедлением роста у молодняка, снижением оплодотворенности и выводимости яиц, вывода молодняка.

Аскорбиновая кислота максимизирует живой вес и прирост, сохраняет поголовье, улучшает усвояемость питательных составляющих корма, сокращает стрессы, повышает производительность, создает стимул для роста и жизнестойкости. Ее рекомендуют вводить в дозе 50 мг на 1 килограмм корма [2].

Препятствует нарушению целостности стенки кровеносных сосудов и кровоточивости их при цинге. При ее участии происходит включение пролина и

лизина в белки, последующее их гидроксирование и включение в полипептидную систему коллагена – важного компонента соединительной ткани. Способствует фиксации железа в процессе синтеза гемоглобина, восстанавливает метгемоглобин в эритроцитах. Участвует в окислении углеводов в пентозном цикле, регулирует синтез кортикостероидов, гормонов щитовидной, поджелудочной и половых желез, активизирует репродуктивную деятельность, подвижность спермиев [3].

Обогащение комбикормов витамином С способствует улучшению сохранности молодняка и взрослых особей, повышению бактерицидной активности сыворотки крови и увеличению в ней концентрации гемоглобина.

Аскорбиновая кислота представляет собой белый кристаллический порошок без запаха, с выраженным кислым вкусом. Препарат хорошо растворяется в воде. А при смешивании с компонентами комбикорма равномерно распределяется по всей массе [4].

Различные витамины (А, D, Е, С) влияют на иммунную систему по-разному, включая модуляцию опосредованных клетками и антителами ответов, иммунорегуляцию и противовоспалительные эффекты [5].

Исследования проводились в ЗАО «Серволюкс-Агро» Могилевского района на цыплятах-бройлерах кросса РОСС-308. Цыплята-бройлеры содержались в типовом птичнике на 95 тыс. голов при клеточном содержании.

Для проведения научно-хозяйственного опыта по принципу аналогов были сформированы две группы цыплят-бройлеров (опытная и контрольная) по 70 голов в каждой группе.

Для кормления цыплят-бройлеров использовались комбикорма: в период 1-14 дней – Стартер ПК-2, в период 14-35 – Гроуэр ПК-4, в период 35-42 дня – Финиш ПК-6.

Добавление витамина С в виде кристаллического порошка белого цвета производилось на заключительной стадии откорма цыплят-бройлеров (35-42 дня) путем ступенчатого смешивания с комбикормом в количестве 3% на 1 т комбикорма.

Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество голов	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления
Контрольная	70	42	Финиш ПК-6
Опытная	70	42	Финиш ПК-6 + витамин С 3% на 1 т комбикорма



Интенсивность роста цыплят-бройлеров определялась путем индивидуального взвешивания на электронных весах еженедельно в течении опыта.

На основании взвешиваний рассчитывался абсолютный и среднесуточный прирост живой массы за каждую неделю и за весь период опыта.

Экспериментальные данные обрабатывались методом вариационной статистике на компьютере с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты исследований представлены в таблице 2.

Как показывают данные, представленные в таблице 2, интенсивность роста цыплят-бройлеров до 35 дня выращивания было практически одинаковой без достоверных различий.

Под влиянием добавки в комбикорм витамина С в последний период выращивания (35-42 дня) абсолютный прирост живой массы одной головы цыплят-бройлеров в опытной группе был выше, чем в контрольной на 63,3 г.

Среднесуточный прирост живой массы цыплят-бройлеров в опытной группе был выше, чем в контрольной, на 9,1 г.

Таблица 2 – Интенсивность роста цыплят-бройлеров при обогащении комбикорма витамином С, г

Показатели	Контрольная группа	Опытная группа
Живая масса при посадке	40,4 ± 1,5	40,5 ± 1,7
Живая масса в 7 дней	189,1 ± 6,5	189,2 ± 8,1
прирост живой массы за 1-7 день	148,7 ± 6,8	148,8 ± 8,5
Среднесуточный прирост живой массы за 1-7 день	21,2 ± 1,0	21,3 ± 1,2
Живой массы в 14 дней	480,3 ± 16,6	480,2 ± 19,3
Прирост живой массы за 7-14 день	291,3 ± 18,9	290,9 ± 20,1
Среднесуточный прирост живой массы за 7-14 день	41,6 ± 2,7	41,6 ± 2,9
Живая масса в 21 день	929,0 ± 23,1	929,4 ± 29,6
Прирост живой массы за 14-21 день	448,7 ± 33,2	449,2 ± 34,7
Среднесуточный прирост живой массы за 14-21 день	64,1 ± 4,7	64,2 ± 5,0
Живая масса в 28 день	1501,3 ± 16,3	1501,0 ± 32,9
Прирост живой массы за 21-28 день	572,3 ± 30,4	572,0 ± 32,9
Среднесуточный прирост живой массы за 21-28 день	81,8 ± 4,3	81,7 ± 4,7
Живая масса в 35 день	2144,5 ± 49,1	2144,4 ± 64,5
Прирост живой массы за 28-35 день	643,2 ± 54,3	643,1 ± 65,3
Среднесуточный прирост живой массы за 28-35 день	91,9 ± 7,8	91,9 ± 9,3

Живая масса в 42 день	2809,7 ± 35,7	2873,1 ± 40,2
± к контрольной группе		63,4
Прирост живой массы за 35-42 день	665,3 ± 66,8	728,6 ± 74,2
± к контрольной группе		63,3
Среднесуточный прирост живой массы за 35-42 день	95,0 ± 9,5	104,1 ± 10,5
± к контрольной группе		9,1
Прирост живой массы за период опыта	2769,4 ± 35,9	2832,6 ± 40,4
± к контрольной группе		63,2
Среднесуточный прирост за период опыта	65,9 ± 0,9	67,4 ± 1,0
± к контрольной группе		1,5

В среднем за период исследований в опытной группе прирост живой массы 1 головы цыплят-бройлеров был выше на 63,2 г, а среднесуточный прирост – на 1,5 г.

Таким образом, обогащение комбикорма Финиш ПК-6 витамином С для цыплят-бройлеров в количестве 3 % на 1 т комбикорма оказало положительное влияние на интенсивность роста цыплят-бройлеров.

### Библиографический список

1. Агеев В.Н. Кормление сельскохозяйственной птицы / В.Н. Агеев, Ю.П. Квиткин, П.Н. Панько [и др.]. Москва: Россельхозиздат, 1982. С. 23-31.
2. Фаритов, Т.А. Корма и кормовые добавки для животных. Учебное пособие / Т.А. Фаритов. - М.: Лань, 2010. - 494 с.
3. Добавки в комбикорма для животных и их значение. [Электронный ресурс]. <https://www.systopt.com.ua/ru/article-kormovi-dobavky-guide>. Дата обращения: 15.11.2022.
4. Аскорбиновая кислота для птицы. [Электронный ресурс]. <https://zsr.ru/zsr-2019-01-006>. Дата обращения: 15.11.2022.
5. Маркина П.Г., Шураева К.А., Сазонова Е.А. Влияние витаминов А, D, Е, и С на иммунную систему курицы //Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты, Нальчик, 04-05 февраля 2021 г. Сб. науч. тр. Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф. Том. 2. С.214-216.
6. Курская Ю.А., Мишнева Е.Г., Самылова А.А. Производство мяса птицы и яиц как яиц как функциональных продуктов питания // Современные экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. Сб. материалов Междунар. науч. конф. Том 1. Смоленск, 2021. Издательство: ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА. С. 238-244.

**Масалева Мария Владимировна** доцент кафедры Техносферной безопасности, к.т.н, e-mail: [masaleva.mv@gausz.ru](mailto:masaleva.mv@gausz.ru), ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья», г. Тюмень,

### **Развитие цифровизации АПК в рамках реализации национальной стратегии**

**Аннотация.** В современных экономических и геополитических реалиях выполнения приоритетов национальной безопасности страны, государственная политика направлена на развитие агропромышленного комплекса, который является важнейшим ресурсом устойчивости экономики. Стратегия развитие сферы сельского хозяйственного производства, обеспечивающего продовольственную безопасность в контексте национальной безопасности, предусматривает разработку и применение информационно-цифровых технологий, позволяющих повысить уровень эффективности деятельности. Проводимое исследование направлено на реализацию ряда нормативных правовых документов, принятых для развития и совершенствования цифровизации субъектов экономической деятельности в Российской Федерации.

**Ключевые слова:** критерии, индикаторы, национальная стратегия, агропромышленный комплекс, информатизация, продовольственная безопасность.

Разработка и внедрение в управление АПК совокупности организационно-технических средств цифровизации направлено на повышение уровня планирования процессов деятельности, а также развития проектного подхода в реализации национальной стратегии развития страны в части формирования экономической устойчивости и обеспечения безопасности при имеющихся рисках отрасли<sup>4</sup>.

В качестве факторов определяющих риски развития отрасли АПК управляющими субъектами отмечается дефицит специалистов, владеющих современными знаниям и навыками в работе с современными информационно-цифровыми технологиями, недостаточное внимание со стороны отечественных разработчиков программных продуктов для решения задач отрасли, отсутствие

---

<sup>4</sup> Указ Президента РФ от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации»; Федеральный закон от 29.12.2006 № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства»; Федеральный закон от 28.06.2014 № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации»; Распоряжение Правительства РФ от 08.09.2022 № 2567-р «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года»; Приказ Минсельхоза РФ от 25.06.2007 № 342«О Концепции развития аграрной науки и научного обеспечения АПК России до 2025».

комплексных автоматизированных систем мониторинга интегрированных в обмен информацией между субъектами управления и потребителем, неоднородность цифровых ресурсов по реализации с/х продукции потребителю и недостаточность развития инфраструктуры, обеспечивающую функционирование цифрового пространства.

В связи с этим, направлениями реализации концепции предусмотрено разработка цифровых решений, переход на электронный документооборот, повышение качества планирования и реализации проектов развития отрасли.

В качестве ожидаемых результатов следует выделить повышение уровня обеспечения потребителя доступной информацией о видах, количестве и качестве производимой отечественной сельскохозяйственной продукции, сокращение ее себестоимости за счет автоматизации процессов производства и формирования системы безопасности технологических процессов.

Также предполагается, что цифровизация способствует сокращению оборота незаконной (контрафактной) с/х продукции и повышению уровня достоверности информации в оценке деятельности отрасли АПК.

Использование информационно-цифровых технологий решают такие задачи, как обработка планово-учетной и хозяйственной информации; создание новых систем передачи данных; учет и подготовка кадров; ведение делопроизводства; сбор и анализ статистической информации; планирование и контроль выполнения мероприятий по направлениям деятельности органов управления и др.

Процессы внедрения информационно-цифровых технологий являются неотъемлемой частью современной организационной структуры АПК, которая обеспечивает сбор фактических и формирование аналитических данных для принятия управленческих решений различных уровней, что требуют квалифицированного подхода к вопросам сбора, обработки и обмена большого объема информации [2]

Внедрение автоматизированных информационных технологий с сегментами искусственного интеллекта представляет собой не только конфигурацию технологической платформы, но и реализацию преобразования деятельности любого хозяйственного субъекта, как системы, направленной на достижение целевого результата.

Среди проблем развития цифровизации АПК можно отметить :

отсутствие автоматизированных рабочих мест (АРМ);

отсутствие комплексной единой информационной сети;

низкая организация информационного взаимодействия внутри организационной структуры;

слабая пропускная способность документооборота;

неустойчивость функционирования технических средств.

Указанные недостатки свидетельствуют о необходимости проведения мониторинга информатизации различных аспектов деятельности АПК.

Для определения показателей проводимого мониторинга следует сформировать области и показатели, определяющие критерии оценки информационно-цифровой трансформации.

С этой целью авторами [3] проведен анализ имеющихся методик, которые позволяют оценить уровень внедрения и применения информационно-цифровых технологий в хозяйственной деятельности.

В ходе проведения авторами анализа [3] выделено 5 основных методик: «Оценка уровня цифровизации промышленного предприятия», «Оценка цифровой трансформации», «Модель цифровой зрелости», «Индекс цифровой трансформации», «Модель оценки цифровых способностей», «Цифровое пианино», «Цифровые преобразования», «Индекс зрелости Индустрии 4.0 Asatech» и «Оценка стратегических преобразований в преобразований в процессе цифровой трансформации» (таблица 1).

Таблица 1. Список методик оценок цифровизации и их критерии

Методика	Количество показателей	Показатели
Оценка уровня цифровизации промышленного предприятия	19	Трудовые ресурсы, материально-техническое обеспечение, цифровая инфраструктура предприятия, программное обеспечение, финансовые ресурсы, организационно-управленческие показатели /
Оценка цифровой трансформации	9	Клиентский опыт, операционные процессы и бизнес-модели
Модель цифровой зрелости	179	Потребители, стратегия, технологии, производство, структура и культура организации
Индекс цифровой трансформации	23	Стратегия и руководство; продукты и сервисы; управление клиентами; операции и цепочки поставок; корпоративные сервисы и контроль; информационные технологии; рабочее место и культура
Модель оценки цифровых способностей	-	Видение и стратегия, цифровые таланты, ключевые цифровые процессы, гибкие источники и технологии, руководство
Цифровое пианино	-	Бизнес-модель, организационная структура, сотрудники, процессы, ИТ-возможности, предложения, модель взаимодействия
Цифровые преобразования	-	Стратегия и культура, персонал и клиенты, процессы и инновации, технологии, данные и аналитика

Индекс зрелости Индустрии 4.0 Asatech	-	Ресурсы, информационные системы, культура и организационная структура
Оценка стратегических преобразований в процессе цифровой трансформации	-	Клиентоцентричность, коллаборации, данные, инновации, ценность, люди

Предложенные разработанные методики имеют в своей основе различные подходы применения и основаны на получения большого массива информации, в том числе и носящей закрытый характер (т.е. относящуюся к коммерческой тайне).

Подобные ограничения не позволяют реализовать предусмотренные в Стратегии<sup>5</sup> направления цифровизации АПК, но исследованные методики [1] могут служить основой для формирования методики применимой в рассматриваемой отрасли.

Так, в качестве оценки уровня информационно-цифрового развития АПК предлагается учитывать предложенные в авторской методике [1] следующие показатели:

наличие автоматизированных систем качества продукции;  
наличие систем мониторинга безопасности производства: информационной, пожарной, экологической, в сфере охраны труда и т.п.

наличие разработок предприятия с использованием передовых технологий и собственной электронной корпоративной системы с электронным документооборотом;

уровень пользования электронными торговыми площадками;  
уровень цифровой компетентности персонала и оснащенности АРМ;  
применение технологий и систем логистики.

Предложенные показатели необходимо соотнести разрабатываемые критерии оценки информационно-цифровой трансформации с целевыми показателями, установленными концепцией развития «Цифровой трансформации»<sup>6</sup> (таблица 2).

Таблица 2. Показатели и значения по годам до 2030 г.

<sup>5</sup> Распоряжение Правительства РФ от 29 декабря 2021 г. № 3971-р Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 г.

<sup>6</sup> 1. Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. N 474 "О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года".

2. Распоряжение Правительства РФ от 29 декабря 2021 г. № 3971-р Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 г.

Показатель	Единица измерения	Значение по годам			
		2022	2023	2024	2030
наличие единой цифровой платформы	%	-	-	40	100
создание Ситуационного цифрового центра	%	-	-	-	100
Планирование балансов производства и потребления сельскохозяйственной продукции и развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов осуществляется в цифровом виде	%	-	-	70	
Количество процессов в агропромышленном и рыбохозяйственных комплексах, автоматизированных посредством искусственного интеллекта	не менее шт.	-	-	1	5
Обеспечена возможность оказания государственной поддержки предприятиям агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов в цифровом формате	%	-	-	50	
Обеспечен перевод взаимодействия Минсельхоза России и органов управления агропромышленным комплексом субъектов Российской Федерации в части государственной поддержки предприятиям агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов в цифровой формат	%	-	-	50	
Обеспечено предоставление государственных услуг в рамках полномочий Минсельхоза России и Росрыболовства	%	-	-	50	

Таблица 2. Показатели и значения по годам до 2030 г. (продолжение)

Показатель	Единица измерения	Значение по годам			
		2022	2023	2024	2030
Обеспечена возможность предоставления документов в	%	-	-	100	

электронном виде по регистрации тракторов, самоходных машин и прицепов к ним					
Количество отраслевых показателей, по которым собираются данные на единой цифровой платформе	тыс./показателей	-	-	50	
Наличие в цифровом формате информации о сортах семян и саженцев сельскохозяйственных культур	%	-	-	50	
Наличие в цифровом формате генетической информации о племенных животных	%	-	-		100
Информация о сельских населенных пунктах и постоянно проживающем в них населении содержится в цифровом формате	%	-	-	50	100
Обеспечена прослеживаемость зерна и продуктов его переработки, подлежащих прослеживанию	%		50	75	100
Обеспечен учет сельскохозяйственных животных	%	-	-	30	100
Обеспечена прослеживаемость оборота животноводческой продукции	%	-	-	80	100
Обеспечено покрытие мониторинга рыбопромысловой деятельности пользователей водных биологических ресурсов в режиме, приближенном к реальному времени	%	-	30	50	100
Процент рыбопромысловых судов, оснащенных электронными весами и камерами с передачей информации в режиме реального времени	%	-	-		50
Процент информации о землях сельскохозяйственного назначения, которая содержится в цифровом виде, в том числе их качественные характеристики	%	-	-	70	100



(показатели плодородия и наличия мелиорации)					
--	--	--	--	--	--

Таблица 2. Показатели и значения по годам до 2030 г. (продолжение)

Показатель	Единица измерения	Значение по годам			
		2022	2023	2024	2030
Сведения о земельных участках сельскохозяйственного назначения, синхронизированные со сведениями Единого государственного реестра недвижимости	%	-	-	50	100
Наличие информации о структуре севооборота, осуществляющегося на земельных участках, количество и виды вносимых удобрений, включая азотные удобрения	%	-	-	30	100
Наличие информации о производимой на земельных участках сельскохозяйственной продукции (виды, урожайность, валовой сбор) и сельскохозяйственных товаропроизводителях	%	-	-	30	100
Обеспечена возможность дистанционного определения состояния посевов и объемов сельскохозяйственных культур на обрабатываемых землях	%	-	-	30	100
Наличие информации о видах и размере получаемой государственной поддержки	%	-	-	30	100
Обеспечено повышение квалификации работников предприятий агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов по образовательным программам, включающим программы освоения цифровых компетенций в агропромышленном и рыбохозяйственном комплексах	чел./год	-	1000	1000	1000

Количество образовательных организаций высшего образования, подведомственных Минсельхозу России, включивших в образовательные программы освоения цифровых компетенций в агропромышленном и рыбохозяйственном комплексах	шт.	-	-	30	50
---	-----	---	---	----	----

Таблица 2. Показатели и значения по годам до 2030 г. (продолжение)

Показатель	Единица измерения	Значение по годам			
		2022	2023	2024	2030
Доля субъектов малого предпринимательства в агропромышленном и рыбохозяйственном комплексах, имеющих доступ к цифровым каналам сбыта	%	-	-	25	50
Доля российской электронной продукции, используемой при реализации проектов цифровой трансформации агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов, в общем объеме электронной продукции, используемой при реализации проектов цифровой трансформации агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов	%	37,5	39,5	40,8	47
Доля электронной продукции, произведенной российскими организациями, в общем объеме внутреннего рынка электроники (по выручке)					

Рассмотренные показатели оценки развития цифровой инфраструктуры в АПК позволят разработать систему управления уровнем цифровизации конкретного хозяйствующего субъекта, всей отрасли в целом. В дальнейшем, сложившаяся система цифровизации из показателей оценки реализации концепции будет способствовать созданию интеграции в единую автоматизированную информационно-управляющую систему АПК.

### Библиографический список

1. Кулагина, Н. А. Экспресс-оценка факторов цифрового развития для управления конкурентоспособностью промышленных предприятий / Н. А. Кулагина, А. Н. Лысенко, Р. М. Мугутдинов // Экономические науки. – 2021. – № 203. – С. 131-134. – DOI 10.14451/1.203.131. – EDN HXDHIV.

2. Масалева, М. В. Синергия информационного обеспечения управления лесным комплексом / М. В. Масалева // Инновационные технологии в лесохозяйственной, деревообрабатывающей промышленности и прикладной механике: Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции, Тюмень, 20 октября 2022 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 149-152. – EDN CEFAFL.

3. Мерзлов, И.О., Шилова, Е.В., Санникова, Е.А., Сединин, М.А. Комплексная методика оценки уровня цифровизации организаций// ЭПП. 2020. №9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-metodika-otsenki-urovnya-tsifrovizatsii-organizatsiy>.

**Цвылева Алена Дмитриевна**, студентка группы Б-ВСЭ 31, Институт биотехнологии и ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья

**Есенбаева Камиша Саитовна**, доцент, канд. с/х наук, ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья

### **Безглютеновые продукты и продукция с сахарозаменителями**

**Аннотация:** Глютен-содержащие продукты и продукция с сахарозаменителями на сегодняшний день являются неотъемлемой частью продуктового ассортимента современного магазина. Это является спасением для людей с целиакией и повышенной чувствительностью к глютену, которые провоцирует белковая фракция злаковых (глютен), для людей с сахарным диабетом, которым запрещено употреблять белый сахар, а также для людей, которые осознанно отказались от ингредиентов в продукции, ухудшающих их здоровье и снижающих качество жизни. Наличие возможности выбора одного из нескольких брендов каждого вида продукции, изготавливаемого для людей, не переносящих глютен и не употребляющих сахар, говорит о заинтересованности производителей в данной целевой аудитории, а для покупателей — это возможность жить полноценной жизнью без ограничений в питании.

**Ключевые слова:** глютен, глютен-содержащие продукты, сахарозаменители, здоровье, правильное питание, целиакия, сахарный диабет.

**Актуальность.** На сегодняшний день все более популярным становится здоровый образ жизни. Раньше мода на фастфуд была повсеместна, а каждый второй перекусывал бургерами вместо полноценного обеда, зарабатывая ожирение и получая целый список ухудшившихся показателей здоровья. Сейчас же в моде осознанность, когда люди берут на себя ответственность за свое здоровье, исправляя ошибки прошлого, где они неправильно питались, не занимались спортом и не сдавали анализы на выявление, как оказалось, критично важных показателей, прямо влияющих на здоровье и качество жизни, а также пропагандируется девиз «ты — то, что ты ешь». Желание людей быть здоровыми вынудило производителей продукции искать методы, позволяющие их продукции соответствовать новым тенденциям в питании, и они их нашли, воплотив в жизнь в виде продукции без глютена и продуктов с сахарозаменителями.

**Цель работы:** рассмотреть особенности и ассортимент безглютеновых продуктов и продукции с сахарозаменителями.

**Материалы и методы:** исследование основано на изучении статей, содержащих информацию про глютен и сахарозаменители, исследовании статистической информации, сборе информации об ассортименте на сайте магазина.

**Результаты исследований.** Глютен — это та проблема, которая не так давно заявила о себе. Несмотря на ежегодно повышающуюся популярность безглютеновой продукции, многие люди до сих пор не знают, что такое целиакия и чем отличаются обычные товары от товаров с надписью «gluten-free».

Целиакия или глютенная энтеропатия — это заболевание, характеризующееся непереносимостью глиадиновой фракции глютена, которая содержится в злаках пшеницы, ржи, ячменя, овса. Глютен сам по себе является составной частью клейковины (склеивающего компонента зерен). [8]

Заболевание является наследственным, аутоиммунным и проявляется с самого детства как реакция на введение в прикорм глютен-содержащих продуктов. Симптомами целиакии служат поражение тонкого кишечника, сопровождающееся вздутием, хронической диареей, болью в животе, повышением активности ребенка, что ведет к сложностям с концентрацией внимания, раздражительности, СДВГ.

Лечения целиакии не существует, но, как и любое аутоиммунное заболевание (то есть состояние, при котором иммунная система человека атакует свои же здоровые ткани организма), ее можно перевести в стадию ремиссии, строго придерживаясь безглютеновой диеты на протяжении всей жизни. Это важно не только для повышения качества жизни человека, вследствие купирования неприятных последствий для организма, но и потому что целиакия может привести к раку тонкой кишки, сахарному диабету и преждевременной смерти. Для людей с целиакией соблюдение диеты является единственным возможным выходом из данной ситуации.

Непереносимость глютена может также проявляться не только в самой категоричной своей форме — целиакии, но и в виде повышенной чувствительности к глютену или пищевой аллергии. [7]

Именно из-за повышающегося ежегодно спроса на аглютеновую продукцию производители начали выпускать продукты со значком перечеркнутого колоса или надписью «gluten-free», что свидетельствует об

отсутствии глютена в продукте. Пшеничная, ржаная, овсяная и ячменная мука в таких продуктах заменяется на гречневую, рисовую, кукурузную, нуттовую, амарантовую, миндальную, конопляную, муку зеленой гречки. [5]

На примере сети супермаркетов «Перекресток» проанализируем ассортимент продукции без глютена, так как, по личным наблюдениям автора, в данных супермаркетах присутствует наибольшее разнообразие продукции без глютена без посещения специализированных профильных магазинов.

На сайте магазина, а также непосредственно в самих продуктовых точках отдельно выделен раздел с названием «Без глютена». Наиболее широко представленным брендом является бренд «Garnes», в ассортименте которого можно встретить 37 различных позиций:

1. Мука (9 видов);
2. Макароны изделия (6 видов);
3. Крахмал (3 видов);
4. Манка (3 вида);
5. Смесь для выпечки (15 видов);
6. Разрыхлитель (1 вид).

Второе место по разнообразию выпускаемой продукции занимает немецкая компания «Schär», в ассортименте которой представлены 30 позиций:

1. Печенье (11 видов);
2. Макароны изделия (5 видов);
3. Вафли (3 вида);
4. Хлопья (1 вид);
5. Хлеб (3 вида);
6. Сухой завтрак (1 вид);
7. Сухая смесь для выпечки (2 вида);
8. Мюсли (1 вид);
9. Сушки (1 вид);

## 10. Крекеры (2 вида).

На основании проведенного анализа ассортимента продукции двух компаний видно, что первый бренд специализируется на выпуске продуктов для повседневного приготовления (макароны, манка) и выпечки продукции (смеси, мука), вторая же компания больше ориентирована на выпуск уже готовой продукции (макароны), в особенности сладких кондитерских изделий (печенье, вафли).

Производитель «FOODCODE» подойдет любителям выпечки, т.к. содержит в своем ассортименте профитроли, эклеры, рулеты, булочки.

Также можно встретить следующие марки производителей безглютеновой продукции: «Federici», «Dr. Korner», «Take a bite», «Здоровые детки», «Куки», «Name», «NutVill», «Умные сладости» и др.

Вся продукция данных производителей сделана из кукурузной муки, рисовой, амарантовой, миндальной и гарантирует, что в составе отсутствует глютен. Это очень важно, так как даже технология выращивания злаков в случае желания создать продукцию без содержания глютена, будет отличаться от стандартного засеивания поля семенами. Если зерна разных культур росли на одном поле (к примеру, пшеница и овес), то глютен передается с одного колоса на другой, и, соответственно, такая продукция уже не соответствует стандартам «gluten-free», так как глютен будет содержаться в составе овса.

Таким образом, если оценить список брендов, доступных для приобретения людям с непереносимостью или чувствительностью к глютену, можно сделать вывод, что достаточно большой выбор есть у приверженцев безглютеновой диеты.

Но здоровому питанию без глютена противопоставляется высокая цена за товар — так, средний чек за одну позицию аглютенового товара составит 400-500 руб., но может достигать и 700-900 руб. за единицу продукции.

Интересным моментом является то, что часто вместе с надписью «gluten free» на безглютеновых продуктах можно заметить надпись «Без сахара», что свидетельствует о его отсутствии в продукте и замене на сахарозаменители. Данный факт показывает стремление производителей охватить большую целевую аудиторию, так как многие люди заинтересованы в похудении и здоровом питании, чему совершенно не способствует добавленный сахар, а безглютеновая продукция является довольно специфичной и подходит лишь для

небольшого количества покупателей. Соответственно, совмещая в товаре данные категории, производители увеличивают спрос на свою продукцию.

Также распространенное заболевание сахарный диабет, которым, по статистическим данным регистра сахарного диабета, на 2021 год в России болеет 4 799 552 человек (состоящих на учете), является еще одним решающим аргументом в производстве продукции без использования белого сахара. [3]

У людей, болеющих сахарным диабетом, немалый список запрещенных продуктов, в том числе сахар и его искусственные заменители, кондитерские изделия с содержанием сахара и насыщенных жиров растительного и животного происхождения, выпечка из муки тонкого помола, к которой относится белый хлеб и сдоба, маргарин. Благодаря продуктам функционального назначения диабетиками могут не отказывать себе в кондитерских продуктах, так как пищевая промышленность добилась успехов в создании альтернатив кондитерским и мучным кондитерским изделиям. [4]

Кондитерские изделия функционального назначения затрагивают группы диетического, профилактического, специализированного, обогащенного назначения и БАДы (биологически активные добавки к пище). Особую группу составляют кондитерские изделия для диабетиков. Это сахарные и мучные кондитерские изделия, в которых сахар заменен сахарозаменителями. [1]

Существует два способа замены сахара — подсластители и сахарозаменители. [6]

Подсластители (пищевые добавки), в свою очередь, есть двух видов — синтетические и натуральные.

Синтетические: ацесульфам калия, аспартам, сахарин, сукралоза, неотам, цикламовая кислота и ее соли.

Натуральные: миракулин, монелин, тауматин, стевиозид, дигидрохалконы, глицирризин, неогеспердин, могозиды, инулин.

Сахарозаменители представлены в видео полиолов (сладких спиртов): ксилит, сорбит, лактит, мальтин, изомальтит, эритрит.

Подсластители являются пищевой добавкой и характеризуются несугарной природой, их сладость превышает вкус сахарозы в сотни и тысячи раз, практически абсолютно некалорийны, выполняют функцию придания сладкого привкуса.



Сахарозаменители также являются пищевой добавкой, но их коэффициент сладости равен или меньше вкуса сахарозы, по калорийности равны сахарозе, а также выполняют технологические функции белого сахара.

Существенный рост присутствия в рационе продуктов на основе подсластителей дает ученым возможность для изучения потенциальных неблагоприятных воздействий современной формулы питания на человеческий организм.

По данным Роспотребнадзора за август 2020 года выявлено, что известный подсластитель *Stevia rebaudiana* Bertoni, используемый несколько десятков лет при традиционном лечении диабета, действительно обладает фармакологическими свойствами, оказывающими противодиабетическое, антигиперлипидемическое и противовоспалительное действие.

Популярными ингредиентами в диетических батончиках, например, являются сухофрукты. Их ассортимент огромен и может содержать в себе яблоки, клубнику, изюм, курагу, чернослив, бананы, папайю, инжир и даже сушеные плоды шелковицы.

Батончики на основе финиковой пасты пользуются спросом не только у диабетиков, но и у людей, просто следящих за своим здоровьем, ведь финики богаты витаминами, незаменимыми аминокислотами и клетчаткой. Стоит помнить, что медицина спорит о пользе фиников для людей, страдающих диабетом из-за их высокого гликемического индекса, их нужно употреблять в умеренном количестве.

Финики способны помочь в случае резкого падения уровня глюкозы в крови, способны вывести шлаки, снижают отложения холестерина в бляшках и растворяют уже имеющиеся. Фруктово-ягодные батончики в ограниченных количествах служат одной из лучших замен шоколаду с большим содержанием сахара, заменителями какао-масла, различными пищевыми добавками, несущими вред организму.

Чтобы добавить пользы и для иммунитета, в такие батончики для диабетиков также добавляют экстракты и порошкообразные вещества: стевию, лецитин, L-карнитин, витамины, псиллиум испагол (шелуха семян подорожника), ягоды годжи, йод и т.п. [2]

В магазине и на сайте сети супермаркетов «Перекресток» продукцию с сахарозаменителями можно найти в разделе «Диабетические продукты».

В данный раздел входят следующие марки: «Bionova», «Polezzno», «Schär», «Леовит», «Fitparad», «Bombbar», «Умные сладости», «NutVill», «Take a Bite», «DiYes», «Petrodiet», «Schwarz», «Novasweet», «Живые конфеты», «Компас здоровья», «Protein Rex» и др., которые производят следующие виды товаров: батончики, заменители сахара, печенье, хлебцы, отруби, цикорий, конфеты, каши, напитки, сухие компоненты, полуфабрикаты, варенье, крупу, сухие завтраки.

Одним из наиболее известных и узнаваемых брендов в мире продуктов без применения белого сахара является фирма «R.A.W.life», которая выпускает широкий ассортимент изделий, а именно:

1. Классические батончики (12 видов);
2. Премиальные финики (3 вида);
3. Шоколадные трюфели (3 вида);
4. Протеиновые батончики (5 видов);
5. Гранола (4 вида);
6. Кокосовые крипсы (4 вида);
7. Овощные крекеры (3 вида);
8. Наборы для приготовления полезных смузи (5 видов).

Приятным дополнением к тому, что данные продукты можно употреблять людям с сахарным диабетом, является отсутствие также глютена, сои и следов молочных продуктов, что указано в описании к каждому товару.

Технология производства не включает в себя термообработку, жареное сырье не используется. Такой принцип позволяет получить максимум пользы и вкуса. На линии производства используются самые качественные ингредиенты.

Разбирая вкус батончика «малина-лайм», мы увидим, что в состав входят финики, кешью, миндаль, малина, лайм. Финики, входящие в состав батончиков особого сорта и родом из ОАЭ и Саудовской Аравии. Они высушиваются прямо на ветках пальмы под лучами южного солнца. Поэтому у них легкий карамельный вкус. Стоит отметить, что финики не обрабатывают добавками и не поддаются термической обработке.

Кешью WW320 привозят из Индии, орехи этого сорта самые крупные и качественные.

Крупный миндаль высшего сорта выращивают в Южной Америке.

Благодаря бережной обработке малины, а именно: сублимированная сушка, без термической обработки, производитель сохраняет 98% полезных свойств и натуральный вкус. Ароматное масло сочного лайма, полученное путем холодного отжима, добавляет батончикам приятный цитрусовый вкус и аромат.

Как видно из разбора состава, продукт абсолютно безвреден для людей с особыми потребностями в питании. Состав не содержит никаких вредных компонентов, но одновременно продукт является сладким и очень питательным за счет содержания орехов. Вся польза натуральных продуктов сохранена, а витамины, содержащиеся в ингредиентах, являются прекрасным дополнением к суточной норме поступления полезных веществ в организм.

Как видно из проведенного анализа, список производителей товаров с сахарозаменителями намного шире, чем продукции с отсутствием глютена, но, как можно заметить, есть повторяющиеся марки, которые свидетельствуют о том, что данные бренды совмещают в своих продуктах отсутствие сахара и глютена.

Выбор у покупателей большой, продукция есть на разный вкус и кошелек, а цены начинаются от 65 руб.

Таким образом, проведя анализ ассортимента безглютеновой продукции и продуктов с сахарозаменителями, можно подвести итог, что на сегодняшний день питаться правильно у людей есть все возможности — супермаркеты заполнены самой разнообразной продукцией для поддержания своего здоровья. Для кого-то это — необходимость, а для кого-то — лишь понимание исключительно собственной ответственности за состояние своего организма.

Плохая экология, сидячий образ жизни и ненатуральная еда сильно бьют по здоровью каждого из нас, но питаться правильно — это выбор каждого человека, который должен быть осознанным.

### **Библиографический список**

1. Медведев П.В. Технология мучных кондитерских изделий: учебное пособие/ П.В. Медведев, В.А. Федотов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019.-96 с.

2. Абрамова Т.А., Есенбаева К.С. Здоровые снеки // Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе: Сборник трудов LIX Студенческой

научно-практической конференции, – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – с 54-59.

3. Дедов И. И., Шестакова М. В., Викулова О. К., Железнякова А. В., Исаков М. А. Эпидемиологические характеристики сахарного диабета в Российской Федерации: клинико-статистический анализ по данным регистра сахарного диабета на 01.01.2021 // Сахарный диабет. 2021. С. 204-219.

4. Есенбаева, К.С. Кондитерские изделия функционального назначения/К.С. Есенбаева, Е.Н. Болбас// Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сборник материалов LV Студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 17-19 марта 2021 года. — Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021.

5. Козубаева Л. А., Кузьмина С. С. Современные тенденции формирования ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий // Ползуновский вестник. 2022. № 4. т. 1. С. 57-67.

6. Лазарев В.А., Ершова А.Р. Систематизация подслащивающих веществ. Характерные особенности подсластителей натурального происхождения // Междисциплинарные исследования: опыт прошлого, возможности настоящего, стратегии будущего. 2020. С. 31-37.

7. Ливзан М.А., Осипенко М.Ф., Заякина Н.В., Кролевец Т.С. Многоликая проблема непереносимости глютена // Клиническая медицина. 2018. № 96 (2). С. 123-128.

8. Редькин С.В., Балгабаева Н.Р. Сравнительная характеристика детского питания на содержание аллергического компонента — глютен. // Инновационная наука. 2022. № 1-2. С. 135-137.

Размещается в сети Internet на сайте ГАУ Северного Зауралья  
URL: <https://www.tsaa.ru/documents/publications/2022/cifrovissaciaa2.pdf>  
в научной электронной библиотеке eLIBRARY, ИТАР-ТАСС, РГБ, доступ свободный

Издательство электронного ресурса Редакционно-издательский отдел  
ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья».

Заказ №1122 от 25.12.2022; авторская редакция

Почтовый адрес: 625003, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Республики, 7.

Тел.: 8 (3452) 290-111, e-mail: [rio2121@bk.ru](mailto:rio2121@bk.ru)