Кубанский государственный аграрный университет
·1922·

Мониторинг и прогнозирование в области цифрового сельского хозяйства по итогам 2018 г.

Центр прогнозирования и мониторинга НТР АПК: технологии точного сельского хозяйства, включая автоматизацию и роботизацию

Краснодар
2019

УДК 631.171 (075.8)
ББК 72.4 (2)
Т80

Труфляк Е. В.
Мониторинг и прогнозирование в области цифрового сельского хозяйства по итогам 2018 г. / Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, А. С. Креймер. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 100 с.

Выполнен анализ состояния современного рынка технологического оборудования и тенденций развития в области цифровизации сельского хозяйства.

Представлен краткий отчет работы центра за 2018 г.

УДК 631.171 (075.8)
ББК 72.4 (2)

© Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, А. С. Креймер, 2019
© ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА …….. 4

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТОЧНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РФ…….. 14

3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ АГРАРНЫХ ВУЗОВ РФ……. 50

4 СОСТОЯНИЕ СОВРЕМЕННОГО РЫНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ…….. 61

5 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОСЕВА РИСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ…… 73

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ…… 85

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ……. 92

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Эксперты оценивают, что благодаря технологиям точного земледелия, основанным на интернете вещей, может последовать всплеск урожайности такого масштаба, какого человечество не видело даже во времена появления тракторов, изобретения гербицидов и генетически изменных семян (www.iksmedia.ru).

«Аналоговый период в сельском хозяйстве закончился, отрасль вошла в цифровую эру». – Goldman Sachs прогнозирует, что применение технологий нового поколения способно увеличить производительность мирового сельского хозяйства на 70 % к 2050 году.

В отрасль, которая была самой отдаленной от IT, начали поступать данные.

Цифровизация и автоматизация максимального количества сельскохозяйственных процессов входит как осознанная необходимость в стратегии развития крупнейших агропромышленных и машиностроительных компаний в мире.

Приоритеты инвесторов больших АПК в мире по данным J' son & Partners Consuting распределяются инвестициями в следующие решения:

– большие данные и аналитика – 46 %;

– продукты питания и безопасность – 29 %;

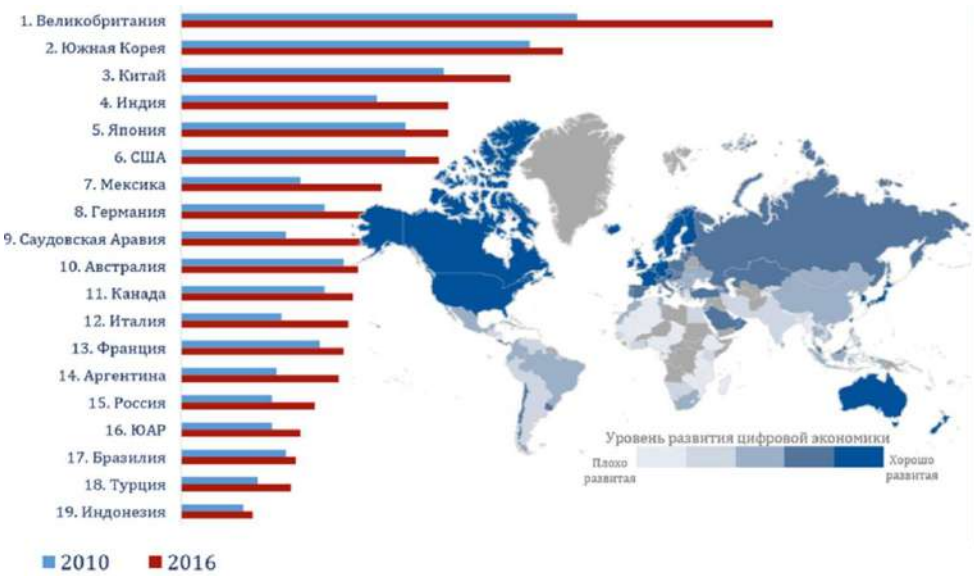
– биотехнологии – 29 %;

– аппаратные средства оптимизации – 27 %;

– датчики, сенсоры, средства связи – 25 %.

Рассмотрим рост доли цифровой экономики в ВВП стран G20 на 2010 и 2016 гг. (рисунок 1.1). Доля цифровой экономики России в ВВП составляет 2,8 %, что в 4,4 раза меньше, чем в Великобритании, 2,5 раза, чем в Китае и 2 раза, чем в США (по данным The Boston Consulting Group, Минсельхоза Рос-

сии). По прогнозам ВВП развитых стран, к 2020 году может вырасти за счет «цифровой экономики» на 1,8 %, а развивающихся стран – на 3,4 %.



Страна	2010	2016
Великобритания	8,3%	12,4%
Южная Корея	7,3%	8,0%
Китай	5,5%	6,9%
Индия	4,1%	5,6%
Япония	4,7%	5,6%
США	4,7%	5,4%
Мексика	2,5%	4,2%
Германия	3,0%	4,0%
Саудовская Аравия	2,2%	3,8%
Австралия	3,4%	3,7%
Канада	3,0%	3,6%
Италия	2,1%	3,5%
Франция	2,9%	3,4%
Аргентина	2,0%	3,3%
Россия	1,9%	2,8%
ЮАР	1,9%	2,5%
Бразилия	2,2%	2,4%
Турция	1,6%	2,3%
Индонезия	1,3%	1,5%

Рисунок 1.1 – Рост доли цифровой экономики в ВВП стран G20
(доля цифровой экономики в ВВП)

Внедрение новых технологий является ключевым фактором роста производства и прибыльности экономических секторов (рисунок 1.2).

Рисунок 1.2 – Уровень использования цифровых технологий в России
(по данным Росстата, Аналитического центра Минсельхоза России)

Количество приобретенных организациями России новых технологий и программных средств в 2016 г. увеличилось в 3 раза, по сравнению с 2010 г.

Объем отгруженных инновационных товаров (работ, услуг) произведенных на основе разного рода технологических инноваций вырос на 3120 млрд руб.

Внедрение технологий цифровой экономики, по данным Аналитического центра Минсельхоза России, обеспечивает получение положительных экономических эффектов и позволяет снизить затраты не менее чем на 23 % при внедрении комплексного подхода.

Рисунок 1.3 – Снижение затрат до и после внедрения цифровой экономики (по данным Аналитического центра Минсельхоза России)

При несбалансированном подходе использования семенного потенциала, средств защиты растений, мощностей машинно-тракторного парка, новых технологий утрачивается до 40 % урожая.

За счет внедрения цифровых технологий общий прирост продукции сельского хозяйства может составить – 361,4 млрд рублей (рисунок 1.4).

Рисунок 1.4 – Снижение затрат до и после внедрения цифровой экономики (Росстат, Аналитический центр Минсельхоза России)

Фактический объем продукции растениеводства в 2017 г. составил 3033,2 млрд руб. Объем продукции растениеводства с применением цифровых технологий – 3227,1 млрд руб. Ожидаемый прирост продукции растениеводства за счет внедрения цифровых технологий составляет 193,9 млрд руб.

В Российской Федерации около 112,9 тысяч IT-специалистов в отрасли сельского хозяйства или 2,4 % от всего населения, занятого в сельском хозяйстве (рисунок 1.5).

Для достижения показателя как у стран-лидеров (США, Германия, Великобритания), России необходимо еще 90 тысяч IT-специалистов в сельском хозяйстве.

В России на 1000 человек занятых в сельском хозяйстве приходится примерно один IT-специалист.

По данным Росстата в 2017 г. размер инвестиций в ИТК составил 3,6 млрд. рублей или 0,5 % от общего объема инвестиций в основной капитал. Это самый низкий показатель по отрасли, что свидетельствует о низкой цифровизации отечественного АПК и конкурентном преимуществе иностранных товаропроизводителей.

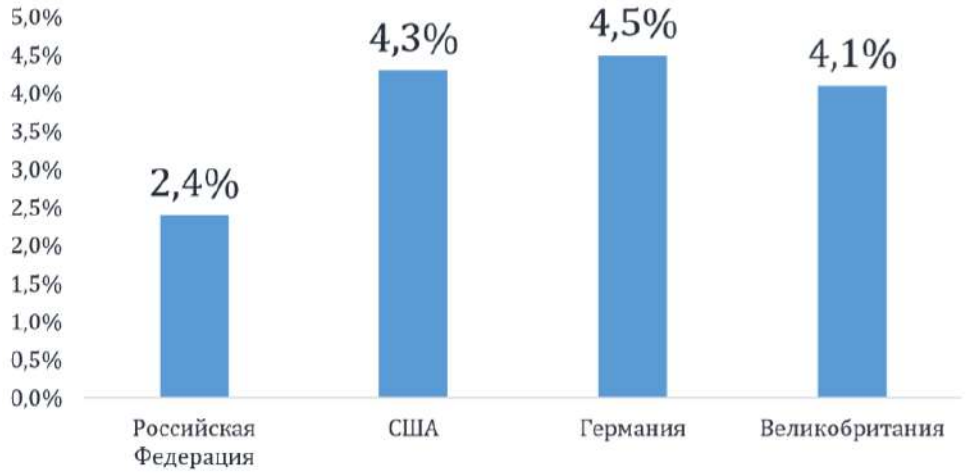


Рисунок 1.5 – Доля IT-специалистов в сельском хозяйстве от общего количества работников АПК (по данным Аналитического центра Минсельхоза России)

Потенциал цифровой экономики в АПК России по данным Аналитического центра Минсельхоза России представлен на рисунке 1.6.

Рисунок 1.6 – Затраты до и после внедрения цифровой экономики

Средняя себестоимость производства зерновых культу составляет в среднем 6579,5 руб./т, а после внедрения цифровой экономики – 5066,2 руб./т. (экономия около 30 %).

Сельское хозяйство России с 2013 г. показывает в целом почти непрерывный рост в условиях рецессии и «войны санкций» (журнал «Агроинвестор») – рисунки 1.7–1.9.

Рисунок 1.7 – Темпы увеличения производства сельхозпродукции

Рисунок 1.8 – Структура роста агроотрасли

На фоне рекордных урожаев в 2017 г. наблюдается устойчивая тенденция снижения качества зерна (по данным Минсельхоза России и ФГБУ «Центр оценки качества зерна») – рисунок 1.9, таблица 1.1.

По третьему классу зерна снижение в 2 раза, по четвертому и пятому повышение, соответственно на 13,5 и 11,3 %.

Рисунок 1.9 – Рекордные урожаи зерновых и зернобобовых в СССР и России

Таблица 1.1 – Сравнение качества зерна (%)

Год	Валовый сбор, млн. т	Класс зерна		
		3	4	5
2012	70,9	49,8	30,1	20,1
2017	134	24,8	43,6	31,4

По данным FAO ООН нераскрытый потенциал урожайности сельхозкультур составляет около 30 % (рисунок 1.10).

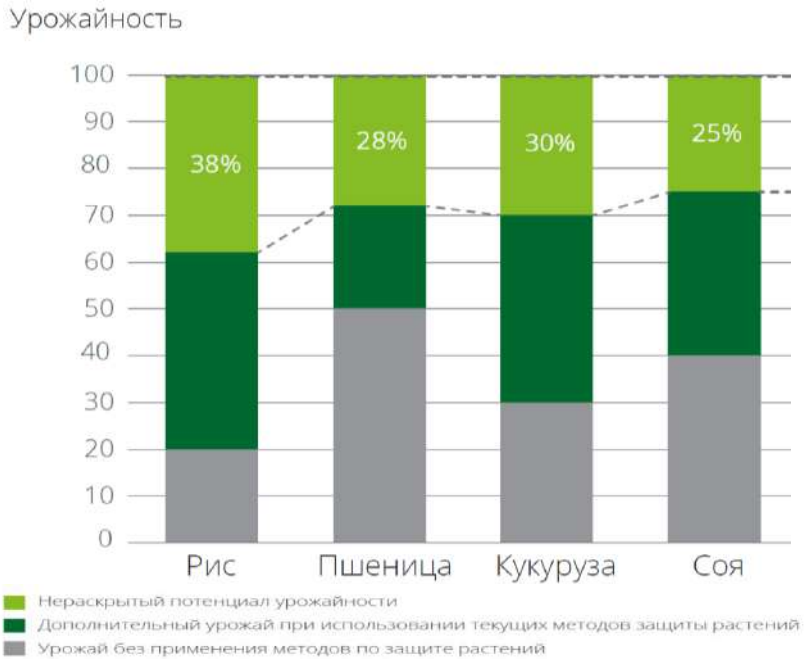


Рисунок 1.10 – Потенциал урожайности культур

На основе рейтинга стран по уровню инноваций Global Innovation Index-2017 – Россия находится на 45 месте из 127 (-2 позиции в 2017 г. по отношению к 2016 г.).

Причем удельный вес инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров и выполненных работ в АПК (по данным НИУ ВШЭ): Испания – 12,7 %; Дания – 11,6 %; Нидерланды – 9,2 %; Россия – 1,4 %.

Элементы интернета вещей (Internet of Things – IoT) уже используют до 0,05–5 % сельхозпроизводителей России (Агрофизический НИИ). Для сравнения, в США до 60 %, в ЕС до 80 %.

В той или иной степени, сознательно или нет, но решения, связанные с точным земледелием, используют около 10 % российских агрохозяйств, холдингов и ферм. Таков результат опроса более 200 участников рынка, проведенного журналом «Агроинвестор» в 2017 г.

Доля аграриев, освоивших точное земледелие, представлено на рисунке 1.11.

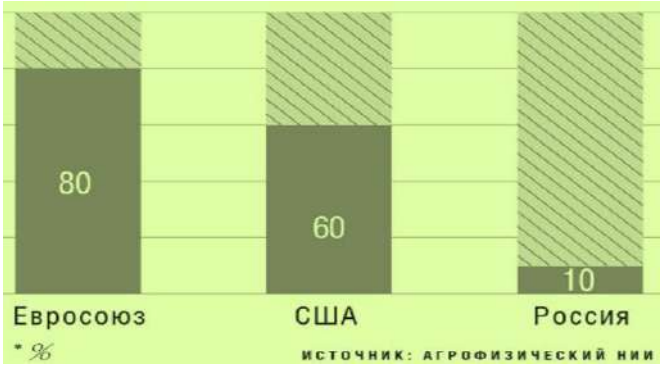


Рисунок 1.11 – Доля аграриев, освоивших точное земледелие

Согласно опросам, самыми ходовыми инновациями среди американских фермерских хозяйств являются (geoline-tech.com; J’son & Partners Consulting):

– сбор и анализ проб почвы (используют 90 % респондентов);

– карты урожайности, мониторы урожайности, навигационные GPS-системы (порядка 80 %);

– технологии дифференцированного внесения удобрений и предписывающие карты (60 %);

– спутниковые снимки и анализ вегетативного индекса растений (30 %).

По данным Аналитического центр Минсельхоза России в 2017 году произошло увеличение цифровых платформ на 11 %.

В России в последнее время в сфере точного земледелия активнее всего использовались системы параллельного вождения, информатизации и мониторинга, картирования урожайности и дифференцированного внесения удобрений. Многие агрохолдинги и фермерские хозяйства переходят на создание электронных карт полей.

Системы параллельного вождения дают аграриям повышение общей производительности машин и качества ее работы. Например, техника, оснащенная этими элементами, может быть использована в темное время суток с осуществлением минимальных огрехов и снижением воздействия «человеческого фактора». Только для минимизации любых ошибок ею должны управлять высококвалифицированные механизаторы и агрономы. В результате применения этих технологий сокращаются издержки на топливо, семена, удобрения, средства химической защиты агрокультур.

К преимуществам от применения дифференцированного внесения удобрений можно отнести экономию удобрений, повышение урожайности сельхозкультур, снижение экологической нагрузки на почву, повышение качества урожая, сохранение и повышение плодородия почвы, а также снижение расхода топлива.

Что движет компаниями, которые планируют внедрить технологии точного земледелия? Прежде всего, это возможность внедрения новых форм управления производством и уменьшение влияния «человеческого фактора», более эффективного использования сельхозтехники и самое главное, сокращение затрат на производство продукции, семена, удобрения, ядохимикаты, а также повышение урожайности агрокультур.

Максимизация урожая, финансовых выгод и минимизация вложений капитала, воздействия на окружающею среду являются главными драйверами внедрения точного земледелия не только в России, но и во всем мире (рисунок 1.12).

Обобщим состояние и проблемы цифровой экономики в АПК (по данным Аналитического центра Минсельхоза России):

– низкое проникновение цифровых технологий в сельской местности и сельскохозяйственном производстве (менее 10 % цифровизации), слабое покрытие сетями передачи данных;

– недостаток и не полнота информации о существующих и разрабатываемых цифровых технологиях;

– недостаточное нормативно-правовое закрепление правовых основ, обеспечивающих координацию и межведомственное взаимодействие при сборе информации и внедрении цифровых технологий, для нужд сельского хозяйства, обеспечивающих население продовольствием и наращивание агроэкспорта;

Рисунок 1.12 – Пример комплексного использования новых технологий

– отсутствие программ, способствующих внедрению (субсидирующих затраты производства) на цифровизацию АПК для малых и средних сельскохозяйственных товаропроизводителей, в т. ч. ЛПХ;

– отсутствие правовых оснований взаимодействия и сбора информации о введении сельскохозяйственной деятельности хозяйствами населения (ЛПХ) и связанная с этим ограниченная возможность поддержки их деятельности;

– низкая маржинальность (развивающийся сегмент) отрасли – непривлекательность для технологического и инфраструктурного инвестора.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТОЧНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РФ

2.1 Использование элементов точного сельского хозяйства в РФ

Точное сельское хозяйство (Precision Agriculture) включает две подсистемы – точное земледелие и точное животноводство.

По данным Д. Шпаара, А. В. Захаренко, В. П. Якушева (2009): **точное земледелие** (Precision Farming) – интегрированная сельскохозяйственная производственная система, основанная на достижениях информационных технологий, использовании системы автоматического управления и регулирования тракторами и сельскохозяйственными машинами и оборудованием, сенсорной техники и общей компьютеризации всех процессов сельскохозяйственного менеджмента и направленная на оптимизацию агротехнологий и стабилизацию продуктивности агроценозов при минимальном отрицательном воздействии на окружающую среду.

Точное животноводство (Precision livestock farming) – общее требование ко всем животноводческим процессам, которое создает возможности для экономически эффективного выполнения новых требований с помощью современной техники, электронной идентификации отдельных животных или групп содержания, регистрации данных о процессах и о продукции, переработке информации.

В формировании научно-обоснованного прогноза необходима информация о хозяйствах РФ, использующих новые технологии.

В связи с этим центром прогнозирования и мониторинга Кубанского ГАУ совместно с Департаментом научно-технологической политики и образования Минсельхоза России организован сбор статистической информации по использованию элементов точного сельского хозяйства в регионах через региональные органы управления Минсельхоза России.

При сборе статистической информации рассматривалось три вопроса, представленные ниже (таблицы 2.1–2.3). Иллюстрации данных элементов и технологий представлены на рисунках 2.1–2.8.

1. Количество хозяйств в регионе (по районам) с указанием названия хозяйства, площади и используемых элементов точного сельского хозяйства (точного земледелия и точного животноводства).

Таблица 2.1– Использование элементов точного сельского хозяйства

Наименование хозяйства	Район	Площадь, га	Используемые элементы (с указанием названия и количества)
Точное земледелие			
			1. Определение границ полей с использованием спутниковых систем навигации
			2. Локальный отбор проб почвы в системе координат
			3. Параллельное вождение
			4. Спутниковый мониторинг транспортных средств
			5. Дифференцированное опрыскивание сорняков
			6. Дифференцированное внесение удобрений
			7. Дифференцированный посев
			8. Дифференцированное орошение
			9. Дифференцированная обработка почвы по почвенным картам
			10. Мониторинг состояния посевов с использованием дистанционного зондирования (аэро- или спутниковая фотосъемки)
			11. Составление цифровых карт урожайности
			12. Составление карт электропроводности почв
Точное животноводство			
Наименование хозяйства	Район	Поголовье (КРС)	Используемые элементы (с указанием названия и количества)
			1. Мониторинг качества продукции животноводства
			2. Электронная база данных производственного процесса
			3. Идентификация и мониторинг отдельных особей животных с использованием современных информационных технологий (рацион кормления, удой, привес, температура тела, активность), удовлетворение их индивидуальных потребностей
			4. Мониторинг состояния здоровья стада
			5. Роботизация процесса доения
			6. Автоматическое регулирование микроклимата и контроль за вредными газами в животноводческих помещениях

2. Количество сотрудников (по районам), прошедших повышение квалификации по направлению «Точное сельское хозяйство» («Точное земледелие» или «Точное животноводство»), с указанием названия программы обучения

Таблица 2.2 – Повышение квалификации

Наименование хозяйства	Район	Количество человек	Название программы

3. Количество и наименование действующих программ по развитию, поддержке и внедрению элементов точного сельского хозяйства

Таблица 2.3 – Программы по развитию, поддержке и внедрению элементов точного сельского хозяйства

Название программы	Период действия

Рисунок 2.1 – Определение границ полей с использованием спутниковых систем навигации

Рисунок 2.2 – Локальный отбор проб почвы в системе координат

Рисунок 2.3 – Параллельное вождение

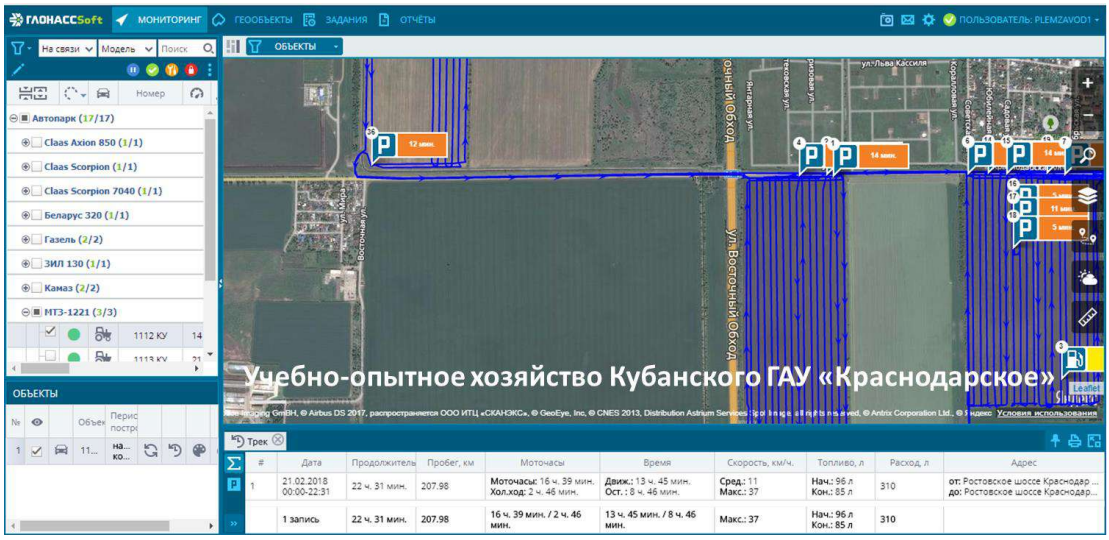


Рисунок 2.4 – Спутниковый мониторинг транспортных средств

Рисунок 2.5 – Дифференцированные технологии (опрыскивание, внесение удобрений, посев, орошение, обработка почвы)

Рисунок 2.6 – Мониторинг состояния посевов с использованием дистанционного зондирования (аэро- или спутниковая фотосъемки)

Рисунок 2.7 – Составление цифровых карт урожайности

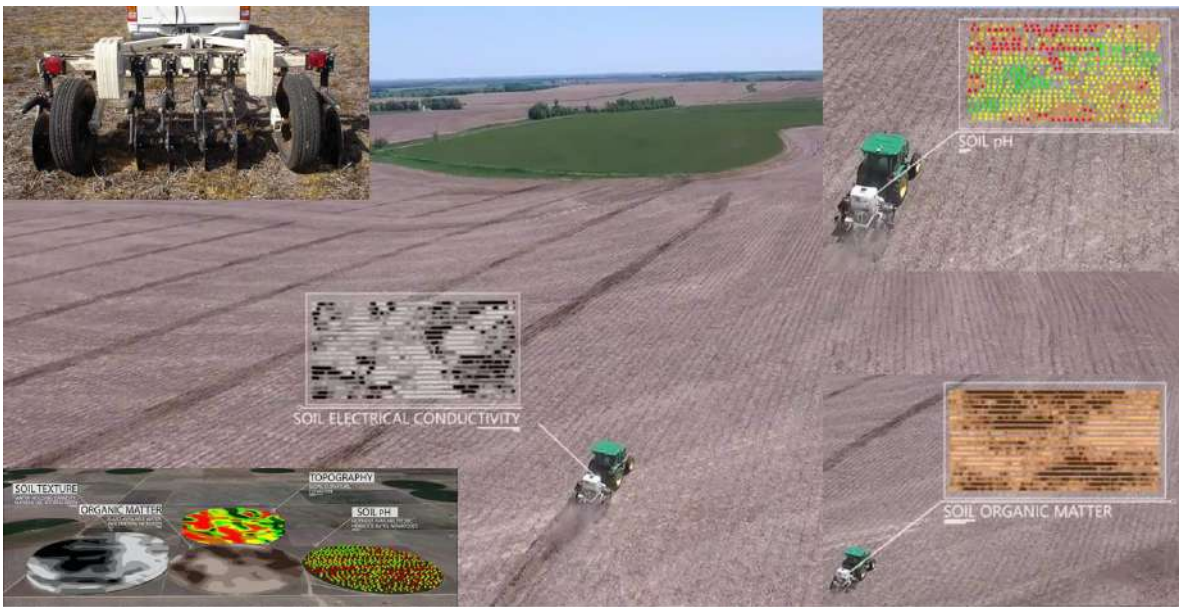


Рисунок 2.8 – Составление карт электропроводности почв

Рейтинги составлены на основании полученных данных из 52 регионов и достоверность полученных результатов связана прежде всего с достоверностью представления информации региональными органами управления Минсельхоза России.

Если в хозяйстве используется хотя бы один из элементов, представленных в таблице 2.1, то данное хозяйство учитывалось при подсчете.

Количество хозяйств в регионе, использующих элементы точного земледелия представлено в таблицах 2.4 и 2.5.

Таблица 2.4 – Использование элементов точного земледелия по количеству хозяйств

Регион	Количество хозяйств, использующих элементы точного земледелия
Краснодарский край	**189**
Воронежская область	**182**
Нижегородская область	**144**
Новосибирская область	141
Республика Башкортостан	140
Волгоградская область	139
Тамбовская область	121
Амурская область	113
Архангельская область	107
Омская область	85
Белгородская область	77
Курганинская область	68

Регион	Количество хозяйств, использующих элементы точного земледелия
Удмуртская республика	64
Челябинская область	54
Свердловская область	47
Пензенская область	39
Вологодская область	27
Калининградская область	21
Пермский край	21
Владимирская область	19
Республика Марий Эл	18
Ивановская область	16
Ленинградская область	16
Приморский край	14
Калужская область	13
Брянская область	12
Смоленская область	9
Чувашская республика	9
Костромская область	5
Карачаево-Черкесская республика	3
Республика Адыгея	3
Московская область	3
Астраханская область	3
Республика Бурятия	3
Республика Крым	2
Кабардино-Балкарская республика	1
Забайкальский край	1
Хабаровский край	1
Еврейская автономная область	–
Кемеровская область	–
Магаданская область	–
Мурманская область	–
Ненецкий автономный округ	–
Новгородская область	–
Республика Ингушетия	–
Республика Калмыкия	–
Ростовская область	–
Севастополь	–
Чеченская республика	–

Таблица 2.5 – Использование элементов точного земледелия по площади

Регион	Общая площадь на которой используются элементы точного земледелия, га
Воронежская область	**1129164**
Краснодарский край	**962981**
Омская область	**921293**
Тюменская область	909500
Белгородская область	901513
Новосибирская область	876972

Регион	Общая площадь на которой используются элементы точного земледелия, га
Республика Башкортостан	859507
Амурская область	793169
Тамбовская область	750318
Волгоградская область	746580
Курганинская область	510803
Нижегородская область	478725
Пензенская область	406141
Челябинская область	335541
Республика Коми	303297
Удмуртская республика	233646
Свердловская область	214950
Калининградская область	187413
Вологодская область	110364
Республика Марий Эл	107127
Приморский край	94409
Пермский край	88972
Смоленская область	77693
Калужская область	72385
Владимирская область	70271
Республика Саха Якутия	45845
Брянская область	35013
Ивановская область	33905
Ленинградская область	27958
Кабардино-Балкарская республика	27181
Забайкальский край	26057
Чувашская республика	25364
Карачаево-Черкесская республика	15170
Республика Адыгея	11641
Республика Крым	7853
Московская область	7160
Костромская область	5883
Астраханская область	6311
Республика Бурятия	3137
Хабаровский край	3000
Еврейская автономная область	–
Кемеровская область	–
Магаданская область	–
Мурманская область	–
Ненецкий автономный округ	–
Новгородская область	–
Республика Ингушетия	–
Республика Калмыкия	–
Ростовская область	–
Севастополь	–
Чеченская республика	–

На основании анализа использования элементов точного земледелия по количеству хозяйств на основании анализа 52 регионов в лидерах находятся Краснодарский край (189 хозяйств), Воронежская область (182 хозяйства), Нижегородская область (144 хозяйства). По общей площади на которой используются элементы точного земледелия – Воронежская область (1129164 га), Краснодарский край (962981 га), Омская область (921293 га).

Большая часть экспертов в классическом понимании считает точное земледелие прежде всего связанно с дифференцированным внесением удобрений. В таблице 2.6 представлен рейтинг регионов по использованию данной технологии. Среди лидеров можно выделить Краснодарский край (54 хозяйства), Воронежская область (51 хозяйство), Белгородская область (30 хозяйств).

Таблица 2.6 – Количество хозяйств в регионе, использующих дифференцированное внесение удобрений

Регион	Количество хозяйств	
	использующих элементы точного земледелия	использующих дифференцированное внесение удобрений
Краснодарский край	**189**	**54**
Воронежская область	**182**	**51**
Белгородская область	**77**	**30**
Волгоградская область	139	19
Новосибирская область	141	9
Курганинская область	68	8
Пензенская область	39	7
Тамбовская область	121	6
Вологодская область	27	4
Калининградская область	21	4
Приморский край	14	4
Пермский край	21	3
Владимирская область	19	3
Ленинградская область	16	3
Карачаево-Черкесская республика	3	3
Удмуртская республика	64	2
Челябинская область	54	2
Свердловская область	47	2
Ивановская область	16	2
Астраханская область	3	2

Регион	Количество хозяйств	
	использующих элементы точного земледелия	использующих дифференцированное внесение удобрений
Тюменская область	–	2
Архангельская область	107	1
Московская область	3	1
Республика Адыгея	3	1
Нижегородская область	144	0
Республика Башкортостан	140	0
Омская область	85	0
Республика Марий Эл	18	0
Смоленская область	9	0
Чувашская республика	9	0
Республика Бурятия	3	0
Республика Крым	2	0
Хабаровский край	1	0
Республика Коми	–	0
Республика Саха Якутия	–	0
Еврейская автономная область	–	–
Кемеровская область	–	–
Магаданская область	–	–
Мурманская область	–	–
Ненецкий автономный округ	–	–
Новгородская область	–	–
Республика Ингушетия	–	–
Республика Калмыкия	–	–
Ростовская область	–	–
Севастополь	–	–
Чеченская республика	–	–

Далее рассмотрим рейтинг регионов по использованию точного животноводства (таблицы 2.7 и 2.8).

Таблица 2.7 – Использование элементов точного животноводства по количеству хозяйств

Регион	Количество хозяйств
Свердловская область	**83**
Республика Башкортостан	**68**
Удмуртская республика	**67**
Пермский край	50
Нижегородская область	42
Краснодарский край	41
Калужская область	41
Курганинская область	37
Владимирская область	31

Регион	Количество хозяйств
Ленинградская область	31
Новосибирская область	29
Воронежская область	26
Тюменская область	25
Вологодская область	23
Чувашская республика	23
Челябинская область	22
Архангельская область	21
Ростовская область	19
Республика Бурятия	15
Белгородская область	12
Амурская область	12
Ивановская область	12
Пензенская область	10
Костромская область	10
Республика Саха Якутия	8
Калининградская область	5
Республика Крым	5
Тамбовская область	4
Приморский край	4
Смоленская область	3
Республика Коми	3
Карачаево-Черкесская республика	3
Московская область	2
Хабаровский край	1
Магаданская область	1
Еврейская автономная область	–
Кабардино-Балкарская республика	–
Кемеровская область	–
Мурманская область	–
Ненецкий автономный округ	–
Новгородская область	–
Республика Ингушетия	–
Республика Калмыкия	–
Севастополь	–
Чеченская республика	–

Таблица 2.8 – Использование элементов точного животноводства (поголовье)

Регион	Поголовье (КРС)
Омская область	**218054**
Свердловская область	**151250**
Воронежская область	**119363**
Республика Башкортостан	95389
Забайкальский край	93812
Удмуртская республика	87784
Краснодарский край	78330
Новосибирская область	77589
Тюменская область	75991

Калининградская область	74906
Владимирская область	69578
Вологодская область	69312
Ленинградская область	64978
Нижегородская область	46991
Калужская область	40882
Ростовская область	34853
Пензенская область	34530
Архангельская область	33640
Белгородская область	33107
Курганинская область	30833
Челябинская область	23492
Чувашская республика	23411
Республика Бурятия	21298
Амурская область	16944
Пермский край	16066
Ивановская область	10845
Республика Крым	9794
Республика Саха Якутия	4395
Смоленская область	4211
Приморский край	3743
Тамбовская область	2771
Республика Коми	2628
Карачаево-Черкесская республика	2536
Московская область	1878
Хабаровский край	1100
Магаданская область	–
Еврейская автономная область	–
Кабардино-Балкарская республика	–
Кемеровская область	–
Мурманская область	–
Ненецкий автономный округ	–
Новгородская область	–
Республика Ингушетия	–
Республика Калмыкия	–
Севастополь	–
Чеченская республика	–

Наилучшие результаты по использованию точного животноводства по количеству хозяйств – Свердловская область (83 хозяйства), Республика Башкортостан (68 хозяйств), Удмуртская республика (67 хозяйств); по поголовью КРС – Омская область (218054), Свердловская область (151250), Воронежская область (119363).

Ниже представлено количество сотрудников по хозяйствам, прошедших повышение квалификации по направлению «Точное сельское хозяйство» («Точное земледелие» или «Точное животноводство») – таблицы 2.9–2.10.

Таблица 2.9 – Повышение квалификации (количество хозяйств)

Регион	Количество хозяйств
Забайкальский край	**35**
Новосибирская область	**29**
Краснодарский край	**20**
Воронежская область	18
Тамбовская область	17
Удмуртская республика	12
Белгородская область	9
Республика Саха Якутия	9
Вологодская область	8
Владимирская область	4
Республика Крым	3
Ивановская область	3
Калининградская область	2
Ленинградская область	2
Архангельская область	2
Волгоградская область	2
Пермский край	2
Нижегородская область	1
Кабардино-Балкарская республика	1
Костромская область	1
Челябинская область	1

Таблица 2.10 – Повышение квалификации (количество человек)

Регион	Количество человек
Республика Башкортостан	**500**
Забайкальский край	**479**
Тамбовская область	**209**
Воронежская область	201
Краснодарский край	190
Калужская область	185
Новосибирская область	127
Белгородская область	88
Вологодская область	71
Республика Крым	34
Республика Саха Якутия	29
Удмуртская республика	22
Владимирская область	9
Калининградская область	7
Нижегородская область	7

Ивановская область	5
Ленинградская область	4
Архангельская область	4
Волгоградская область	4
Пермский край	4
Кабардино-Балкарская республика	1
Костромская область	1
Челябинская область	1

По повышению квалификации – Забайкальский край (35 хозяйств), Новосибирская область (29 хозяйств), Краснодарский край (20 хозяйств); Республика Башкортостан (500 человек), Забайкальский край (479 человек), Тамбовская область (209 человек).

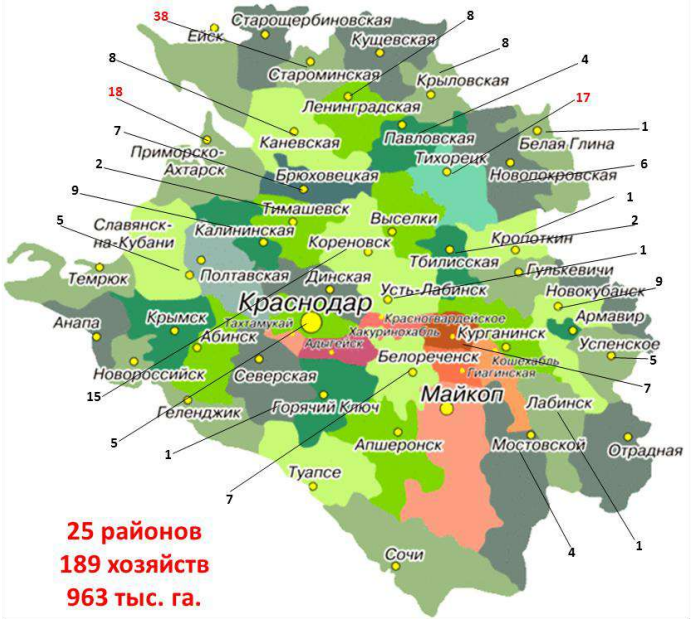
Количество действующих программ по развитию, поддержке и внедрению элементов точного сельского хозяйства представлено в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Программы по развитию, поддержке и внедрению элементов точного сельского хозяйства

Регион	Количество программ
Свердловская область	49
Вологодская область	30
Калининградская область	11
Пермский край	7
Новосибирская область	5
Челябинская область	3
Ивановская область	2
Забайкальский край	2
Краснодарский край	1
Архангельская область	1
Республика Саха Якутия	1

Проанализируем хозяйства Краснодарского края, использующие элементы точного земледелия (рисунок 2.9).

Район	Количество хозяйств
Староминский	38
Приморско-Ахтарский	18
Тихорецкий	17
Кореновский	**15**
Новокубанский	**9**
Калининский	9
Каневской	8
Ленинградский	8
Крыловской	8
Брюховецкий	7
Курганинский	7
Белореченский	7
Новопокровский	6
Славянский	5
Успенский	5
Краснодар	5
Павловский	4
Мостовской	4
Тбилисский	2
Тимашевский	2
Усть-Лабинский	1
Лабинский	1
Белоглинский	1
Горячий Ключ	1
Кавказский	1



Район	Площадь, га
Каневской	90100
Новокубанский	85731
Кореновский	83003
Староминский	**69646**
Тихорецкий	**66322**
Славянский	64923
Калининский	63582
Брюховецкий	57592
Приморско-Ахтарский	48280
Ленинградский	45946
Усть-Лабинский	45000
Успенский	35818
Павловский	27457
Тбилисский	26000
Курганинский	23318
Крыловской	22304
Лабинский	20000
Новопокровский	19898
Белореченский	15935
Мостовской	14986
Тимашевский	14941
Краснодар	13139
Белоглинский	4282
Горячий Ключ	3000
Кавказский	1778

Рисунок 2.9 – Хозяйства Краснодарского края, использующие элементы точного земледелия (по количеству хозяйств и площади)

Рейтинг хозяйств Краснодарского края, использующих наибольшее количество элементов точного земледелия представлен на рисунке 2.10.

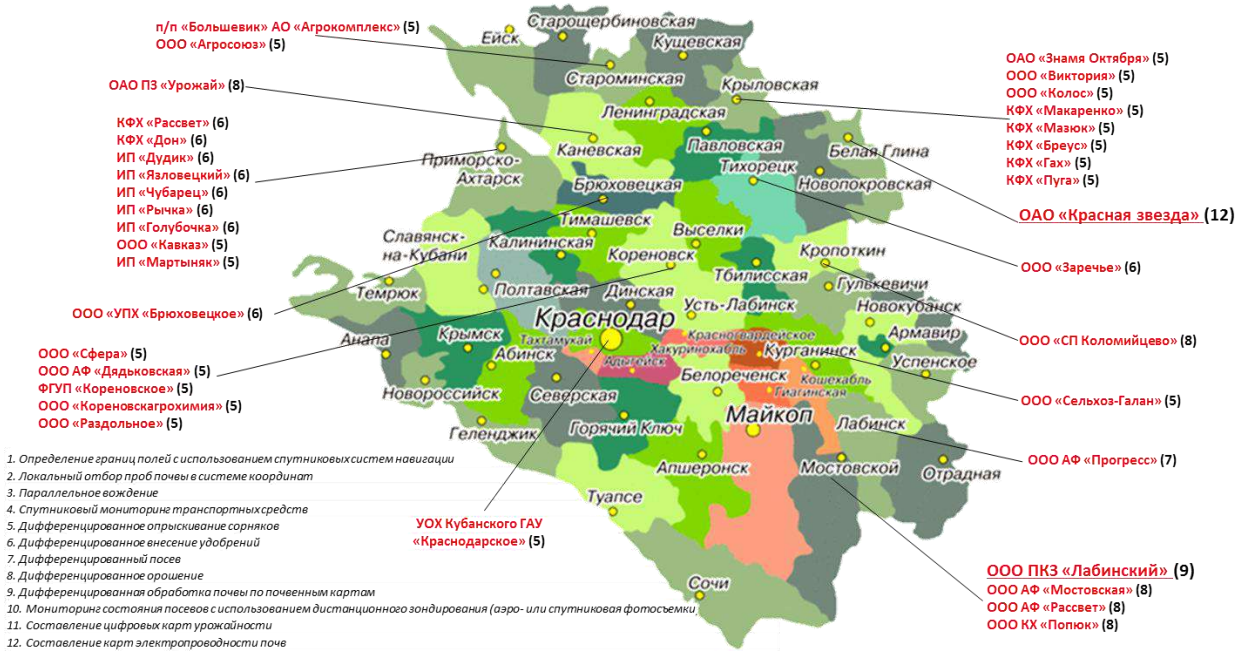


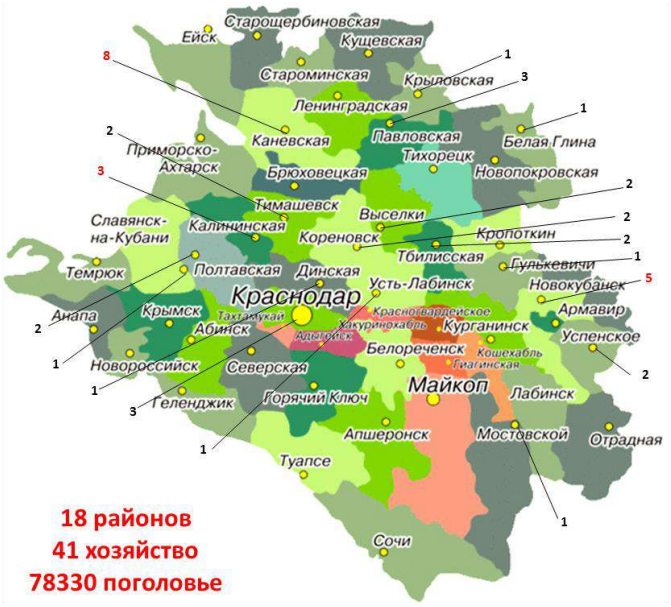
Рисунок 2.10 – Хозяйства Краснодарского края, использующие наибольшее количество элементов точного земледелия (в скобках количество элементов из списка позиций 1–12)

В результате анализа определено, что около 156 хозяйств используют параллельное вождение, 94 – спутниковый мониторинг транспортных средств, 83 – определение границ полей (рисунок 2.11).

Рисунок 2.11 – Использование элементов точного земледелия хозяйствами Краснодарского края

Хозяйства Краснодарского края, использующие элементы точного животноводства представлены на рисунке 2.12.

Район	Количество хозяйств
Каневской	8
Новокубанский	5
Калининский	3
Павловский	3
Краснодар	3
Тимашевский	2
Выселковский	2
Красноармейский	2
Успенский	2
Кореновский	2
Тбилисский	2
Славянский	1
Усть-Лабинский	1
Динской	1
Крыловской	1
Гулькевичский	1
Мостовской	1
Белоглинский	1



Район	Поголовье (КРС)
Калининский	15720
Каневской	14522
Новокубанский	7141
Павловский	9021
Тимашевский	5537
Выселковский	4150
Славянский	3642
Красноармейский	3269
Усть-Лабинский	3402
Краснодар	2916
Динской	2750
Крыловской	1922
Успенский	1300
Кореновский	1070
Гулькевичский	1061
Мостовской	521
Белоглинский	386

Рисунок 2.12 – Хозяйства Краснодарского края, использующие элементы точного животноводства

Рейтинг хозяйств Краснодарского края, использующих наибольшее количество элементов точного животноводства представлен на рисунке 2.13.

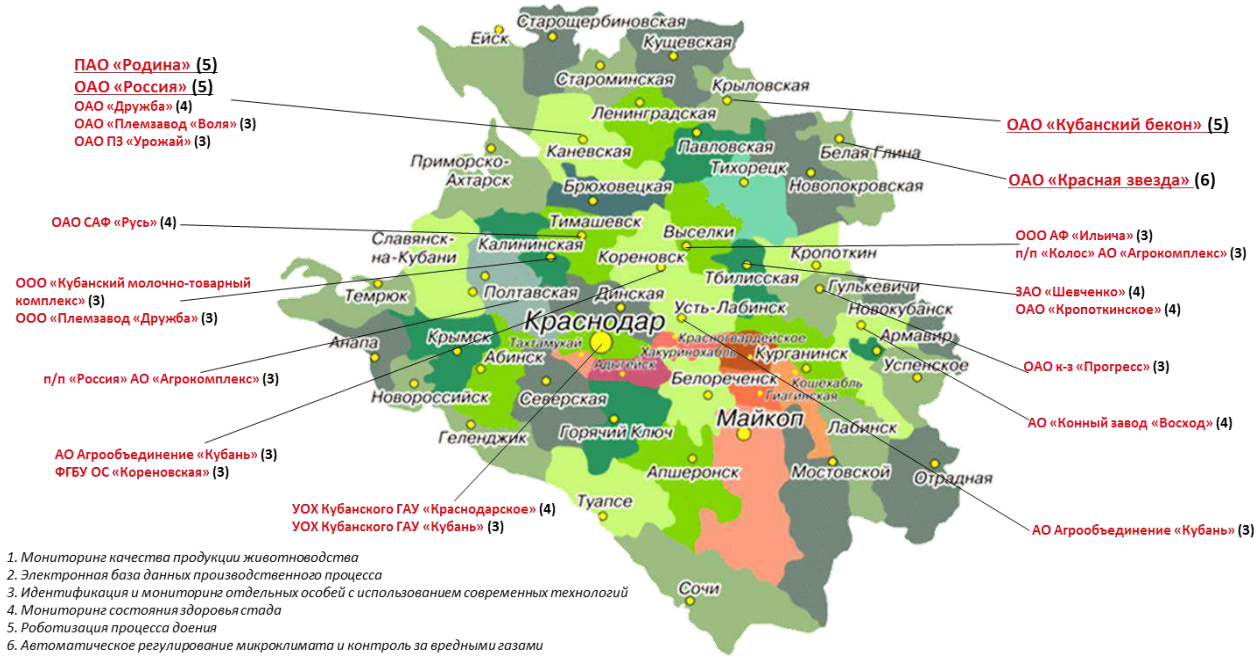


Рисунок 2.13 – Хозяйства Краснодарского края, использующие наибольшее количество элементов точного животноводства (в скобках количество элементов из списка позиций 1–6)

В результате анализа определено, что около 33 хозяйств используют электронную базу данных производственного процесса, 29 – идентификация и мониторинг отдельных особей с использованием современных технологий, 21 – мониторинг состояния здоровья стада (рисунок 2.14).

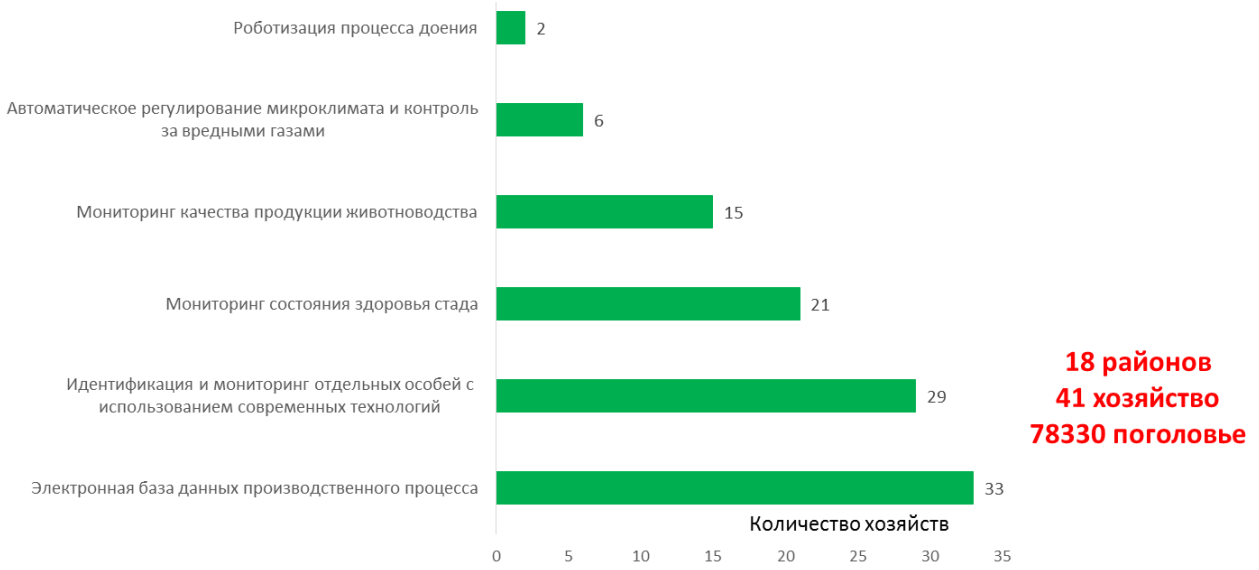
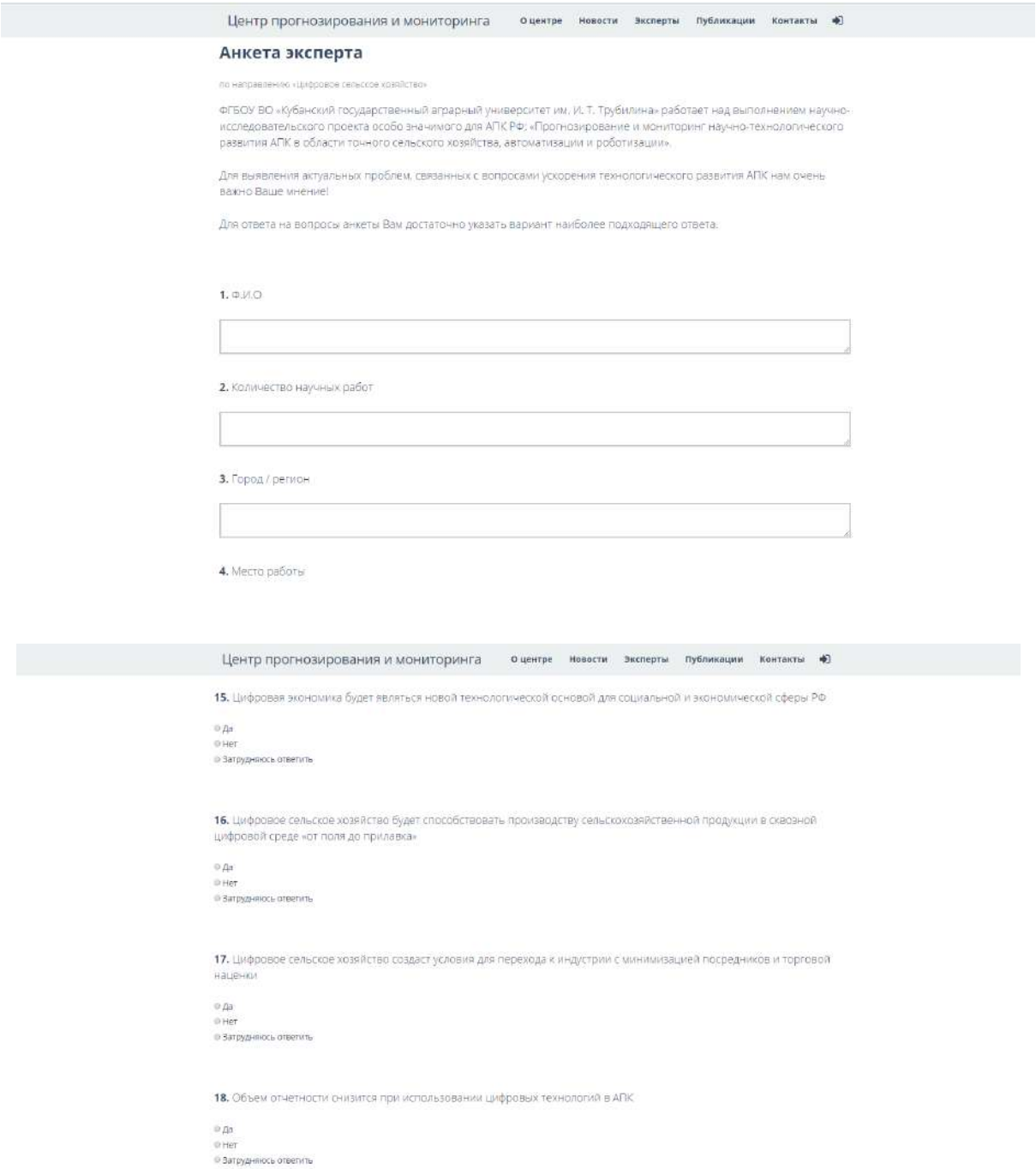


Рисунок 2.14 – Использование элементов точного животноводства хозяйствами Краснодарского края

2.2 Экспертный опрос

В 2018 г. центром прогнозирования и мониторинга анкетирование по направлению «Цифровое сельское хозяйство».

Анкетирование состояло из 17 основных вопросов, 12 вопросов по реализации технологических трендов и проводилось в формате тестирования на сайте центра foresight.kubsau.ru (рисунок 2.15).



Центр прогнозирования и мониторинга О центре Новости Эксперты Публикации Контакты

Анкета эксперта

по направлению «Цифровое сельское хозяйство»

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина» работает над выполнением научно-исследовательского проекта особо значимого для АПК РФ: «Прогнозирование и мониторинг научно-технологического развития АПК в области точного сельского хозяйства, автоматизации и роботизации».

Для выявления актуальных проблем, связанных с вопросами ускорения технологического развития АПК нам очень важно Ваше мнение!

Для ответа на вопросы анкеты Вам достаточно указать вариант наиболее подходящего ответа.

1. Ф.И.О

2. Количество научных работ

3. Город / регион

4. Место работы

Центр прогнозирования и мониторинга О центре Новости Эксперты Публикации Контакты

15. Цифровая экономика будет являться новой технологической основой для социальной и экономической сферы РФ

- Да
- Нет
- Затрудняюсь ответить

16. Цифровое сельское хозяйство будет способствовать производству сельскохозяйственной продукции в сквозной цифровой среде «от поля до прилавка»

- Да
- Нет
- Затрудняюсь ответить

17. Цифровое сельское хозяйство создаст условия для перехода к индустрии с минимизацией посредников и торговой наценки

- Да
- Нет
- Затрудняюсь ответить

18. Объем отчетности снизится при использовании цифровых технологий в АПК

- Да
- Нет
- Затрудняюсь ответить

Рисунок 2.15 – Анкета экспертного опроса

Эксперты центра представлены в разделе http://foresight.kubsau.ru/experts/ (рисунок 2.16).

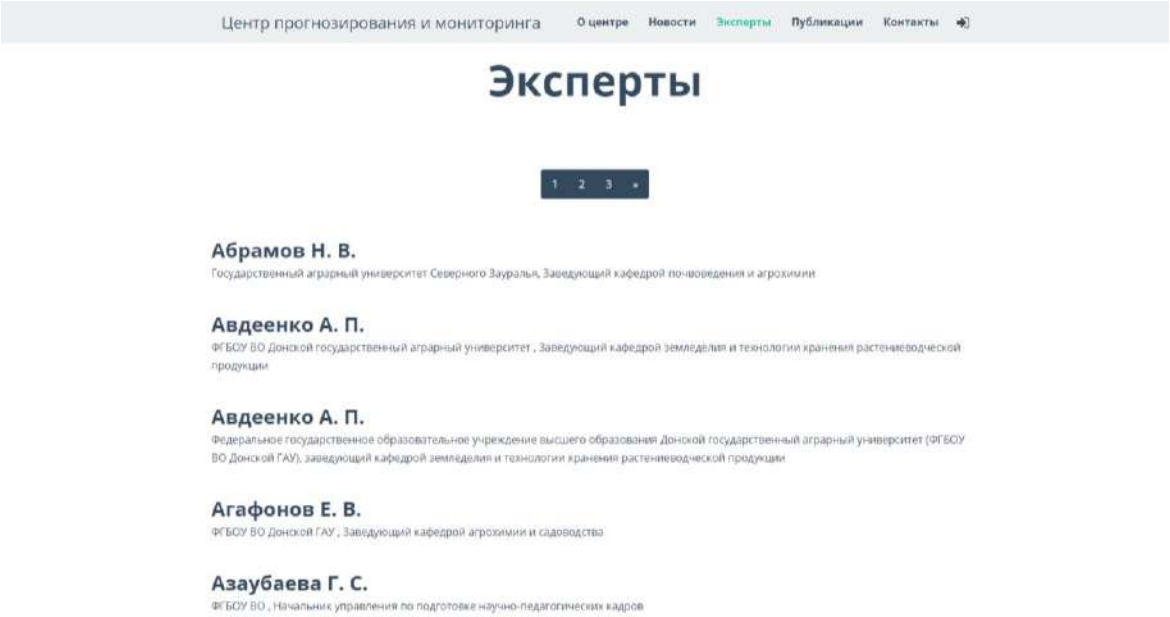


Рисунок 2.16 – Эксперты центра

Результаты экспертного опроса по направлению «Цифровое сельское хозяйство» представлены на рисунке 2.17.

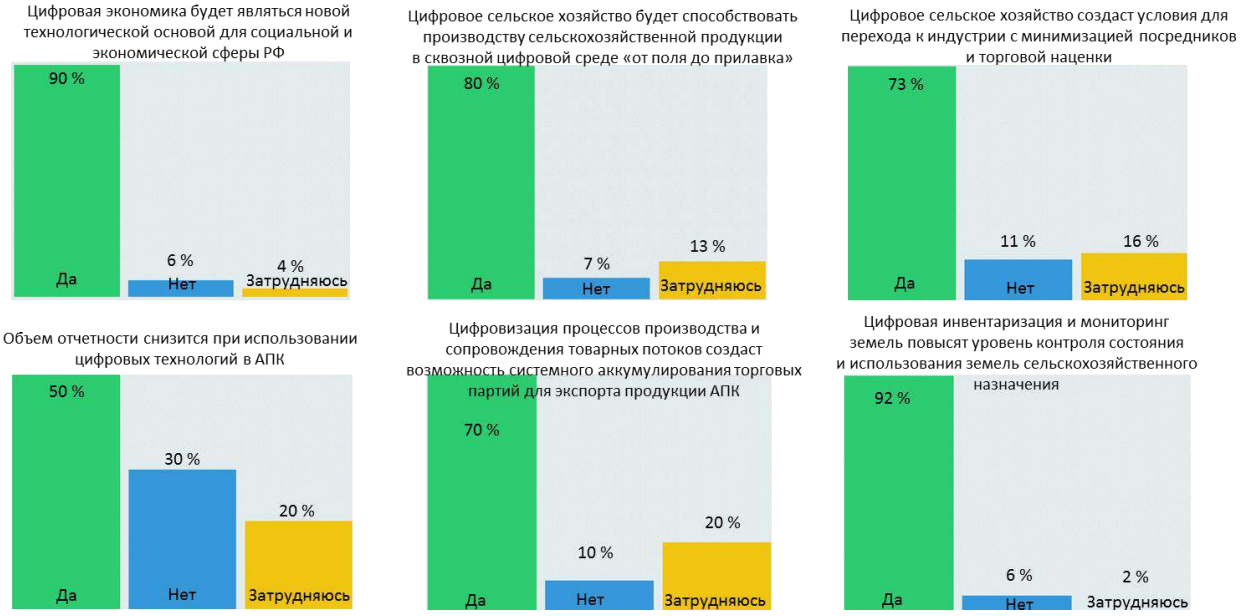


Рисунок 2.17 – Результаты экспертного опроса

На основании **анкетирования** можно резюмировать следующее:

– цифровая экономика будет являться новой технологической основой для социальной и экономической сферы РФ – **да** (считают **90 %** экспертов);

– цифровое сельское хозяйство будет способствовать производству сельскохозяйственной продукции в сквозной цифровой среде «от поля до прилавка» – **да (80 %)**;

– цифровое сельское хозяйство создаст условия для перехода к индустрии с минимизацией посредников и торговой наценки – **да (73 %)**;

– объем отчетности снизится при использовании цифровых технологий в АПК – **да** (**50 %**);

– цифровизация процессов производства и сопровождения товарных потоков создаст возможность системного аккумулирования торговых партий для экспорта продукции АПК – **да** (7**0 %**);

– цифровая инвентаризация и мониторинг земель повысят уровень контроля состояния и использования земель сельскохозяйственного назначения – **да** (**92 %**);

– цифровизация сельскохозяйственного производства в целом повысит эффективность управления отраслью – **да** (**97 %**);

– цифровизация повысит качество жизни в сельских территориях – **да** (**46 %**);

– цифровизация поможет снизить влияние сельского хозяйства на изменение климата – **нет** (**46 %**);

– цифровизация позволит вовлечь в с.–х. производство работников новых профессий – **да** (**95 %**);

– необходимо ли стимулирование внедрения цифровых технологий через государственную поддержку сельхозтоваропроизводителей – **да** (**95 %**);

– применение технологий нового поколения способно увеличить производительность мирового сельского хозяйства в среднем на 70 % к 2050 г. – **затрудняюсь ответить** (**48 %**);

– компетенции для цифрового сельского хозяйства в настоящее время востребованы рынком – **да** (**73 %**);

– нужны ли в аграрных ВУЗах кафедры по цифровизации сельского хозяйства – **да** (**83 %**);

– в настоящее время отсутствуют образовательные технологии подготовки специалистов для цифрового сельского хозяйства – **да** (**76 %**);

– для подготовки специалистов данного направления отсутствуют высококвалифицированные преподаватели в аграрных ВУЗах – **да** (**74 %**).

Перспективы реализации технологических трендов по важности и ожидаемым срокам появления или внедрения представлены в таблице 2.12 и рисунках 2.18–2.19.

Таблица 2.12 – Реализация технологических трендов в области цифрового сельского хозяйства в 2019–2030 гг. (степень влияния в процентах)

Наименование перспективного направления	Важность для РФ				Ожидаемые сроки появления (внедрения)			
	высокая	средняя	низкая	не актуально	2019–2020	2021–2025	2026–2030	после 2030
Внедрение технологии подвижной и фиксированной связи 5G в городах с численностью населения более 1 млн. чел.	**46**	**46**	5	3	6	**71**	19	4
Обеспечение покрытия широкополосным интернетом (4G, 5G, Wi-fi) земель сельскохозяйственного назначения	**60**	30	8	2	8	**46**	32	14
Построение федеральной сети узкополосной связи по технологии LPWAN для сбора и обработки телематической информации	**60**	38	2	–	10	**50**	23	17
Сквозная система информационного обеспечения в сфере сельского хозяйства, будут оцифрованы все циклы сельхозпроизводства	**69**	23	7	1	3	**38**	**37**	22
Система прослеживаемости отдельных видов продукции с использованием блокчейна	**49**	44	5	2	2	**55**	31	12
Система прослеживаемости семенного материала и продукции животноводства с использованием блокчейна	**68**	24	6	2	3	**52**	35	10
Системы сквозной прослеживаемости от производства продукции до прилавка с использованием блокчейна	**56**	32	11	1	3	**53**	23	21
Цифровизация технологий селекции и семенного фонда	**71**	25	4	–	3	**53**	32	12
Цифровизация технологий генетического фонда животноводства	**74**	22	4	–	5	**55**	27	13
Цифровые цепочки для поддержки логистики снабжения и сбыта продукции с параллельно происходящими процессами цифровизации транспорта и логистики, обмена информацией, получаемой с транспортных средств	**67**	25	6	2	3	**60**	31	6
Использование преимущественно отечественного программного обеспечения государственными органами, органами местного самоуправления и организациями	**60**	26	6	8	2	**48**	31	19
Создание глобальной конкурентоспособной инфраструктуры передачи, обработки и хранения данных преимущественно на основе отечественных разработок	**68**	14	16	2	2	**40**	24	34
Обеспечение подготовки высококвалифицированных кадров для цифрового сельского хозяйства	**79**	16	5	–	21	**55**	24	–

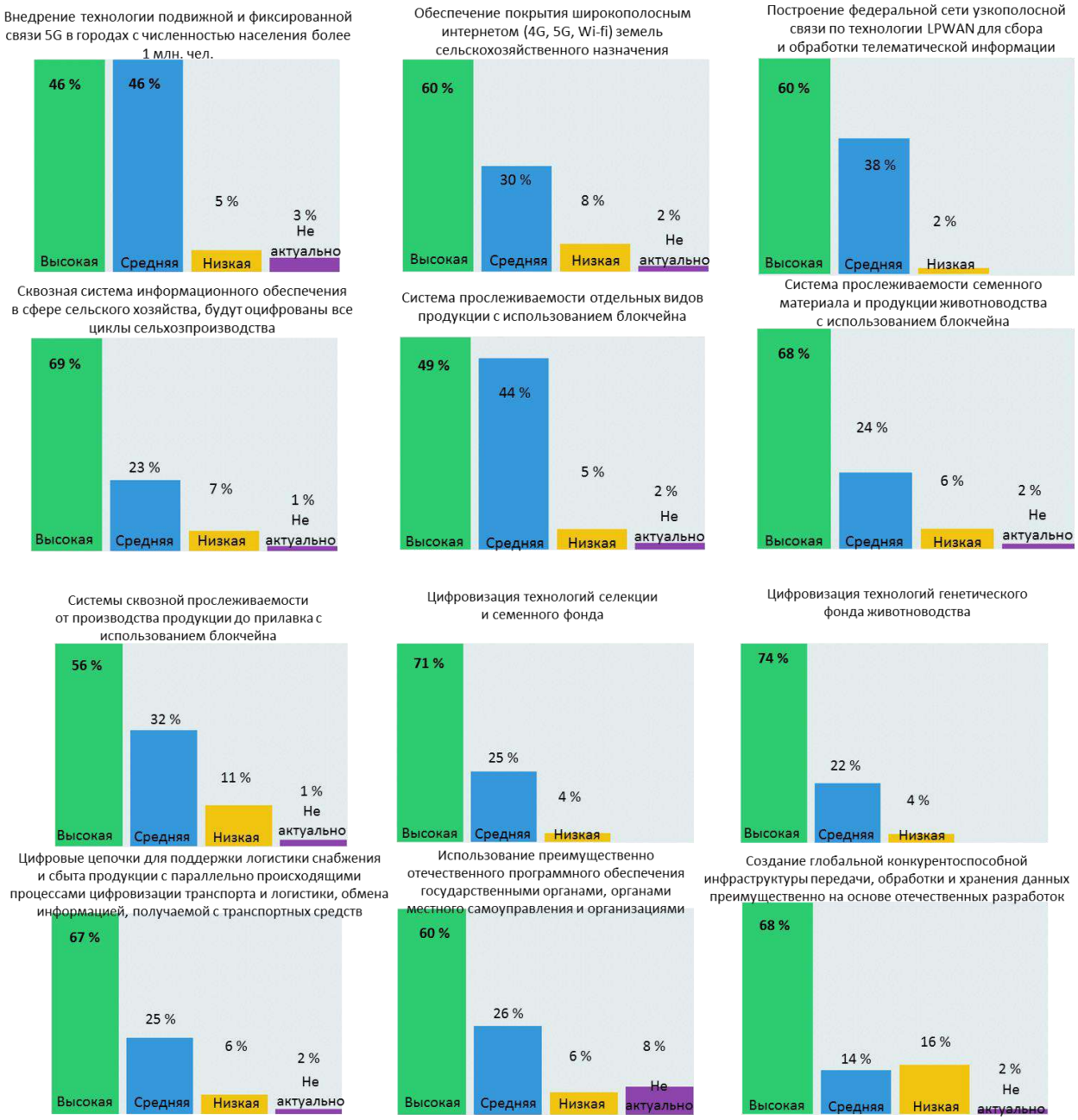


Рисунок 2.18 – Важность для РФ реализации технологических трендов в 2019–2030 гг.

Обобщая результаты **по важности реализации** технологических трендов в 2019–2030 гг. получим:

– внедрение технологии подвижной и фиксированной связи 5G в городах с численностью населения более 1 млн. чел. – важность **высокая** (считают **46 %** экспертов), средняя (считают **46 %** экспертов);

– обеспечение покрытия широкополосным интернетом (4G, 5G, Wi-fi) земель сельскохозяйственного назначения – **высокая** (**60 %**);

– построение федеральной сети узкополосной связи по технологии LPWAN для сбора и обработки телематической информации – **высокая** (**60 %**);

– сквозная система информационного обеспечения в сфере сельского хозяйства, будут оцифрованы все циклы сельхозпроизводства – **высокая** (**69 %**);

– система прослеживаемости отдельных видов продукции с использованием блокчейна – **высокая** (**49 %**);

– система прослеживаемости семенного материала и продукции животноводства с использованием блокчейна – **высокая** (**68 %**);

– системы сквозной прослеживаемости от производства продукции до прилавка с использованием блокчейна – **высокая** (**56 %**);

– цифровизация технологий селекции и семенного фонда – **высокая** (**71 %**);

– цифровизация технологий генетического фонда животноводства – **высокая** (**74 %**);

– цифровые цепочки для поддержки логистики снабжения и сбыта продукции с параллельно происходящими процессами цифровизации транспорта и логистики, обмена информацией, получаемой с транспортных средств – **высокая** (**67 %**);

– использование преимущественно отечественного программного обеспечения государственными органами, органами местного самоуправления и организациями – **высокая** (**60 %**);

– создание глобальной конкурентоспособной инфраструктуры передачи, обработки и хранения данных преимущественно на основе отечественных разработок – **высокая** (**68 %**);

– обеспечение подготовки высоквалифицированных кадров для цифрового сельского хозяйства – **высокая** (**79 %**).

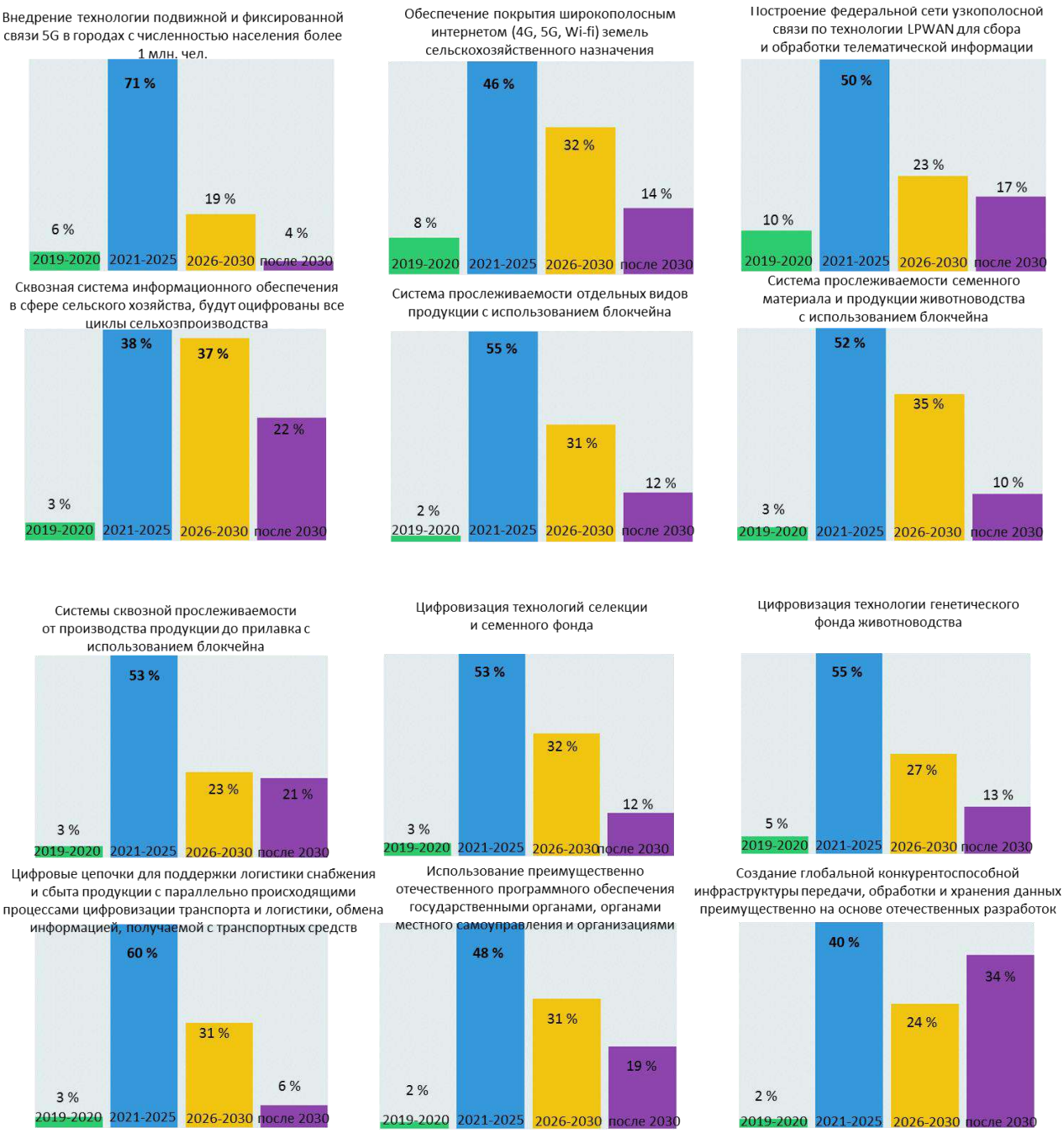


Рисунок 2.19 – Ожидаемые сроки появления (внедрения) технологических трендов

Обобщая результаты **по предполагаемым срокам появления (внедрения)** технологических трендов в 2019–2030 гг. получим:

– внедрение технологии подвижной и фиксированной связи 5G в городах с численностью населения более 1 млн. чел. – **2021-2025 гг.** (считают **71 %** экспертов);

– обеспечение покрытия широкополосным интернетом (4G, 5G, Wi-fi) земель сельскохозяйственного назначения – **2021-2025 гг. (46 %)**;

– построение федеральной сети узкополосной связи по технологии LPWAN для сбора и обработки телематической информации – **2021-2025 гг.** (**50 %**);

– сквозная система информационного обеспечения в сфере сельского хозяйства, будут оцифрованы все циклы сельхозпроизводства – **2021-2025 гг.** (**38 %**), **2026-2030 гг.** (**37 %**);

– система прослеживаемости отдельных видов продукции с использованием блокчейна – **2021-2025 гг.** (**55 %**);

– система прослеживаемости семенного материала и продукции животноводства с использованием блокчейна – **2021-2025 гг.** (**52 %**);

– системы сквозной прослеживаемости от производства продукции до прилавка с использованием блокчейна – **2021-2025 гг.** (**53 %**);

– цифровизация технологий селекции и семенного фонда – **2021-2025 гг.** (**53 %**);

– цифровизация технологий генетического фонда животноводства – **2021-2025 гг.** (**55 %**);

– цифровые цепочки для поддержки логистики снабжения и сбыта продукции с параллельно происходящими процессами цифровизации транспорта и логистики, обмена информацией, получаемой с транспортных средств – **2021-2025 гг.** (**60 %**);

– использование преимущественно отечественного программного обеспечения государственными органами, органами местного самоуправления и организациями – **2021-2025 гг.** (**48 %**);

– создание глобальной конкурентоспособной инфраструктуры передачи, обработки и хранения данных преимущественно на основе отечественных разработок – **2021-2025 гг.** (**40 %**);

– обеспечение подготовки высоквалифицированных кадров для цифрового сельского хозяйства – **2021-2025 гг.** (**55 %**).

2.3 Использование точного земледелия в Канаде

Точное земледелие является важным элементом инноваций в канадском производстве. Цель исследовательского проекта заключалась в определении различных уровней внедрения отдельных технологий точного земледелия на сельскохозяйственных фермах в Западной Канаде и выявлении некоторых препятствий для их более широкого использования (Dale Steele. Analysis of Precision Agriculture Adoption & Barriers in western Canada / Producer Survey of western Canada. – Canada, 2017. – 53 с).

Исследования проводились в период с 9 января 2016 года по 4 марта 2017 года.

Некоторые результаты этого опроса представлены ниже.

– 98 % имеют доступ к кабельному или беспроводному интернету;

– 98 % используют GPS руководство в своем хозяйстве;

– 93 % согласны или полностью согласны, что точного земледелия является полезным;

– 84 % в настоящее время используют технологии ТЗ;

– 84 % имеют возможности мониторинга;

– 83 % просматривают снимки полей;

– 79 % используют GPS для автоматического управления оборудованием;

– 75 % намерены использовать еще элементы ТЗ в будущем;

– 75 % используют ПО для ТЗ;

– 73 % используют Automatic Sectional Control;

– 72 % используют для управления приложения или веб-сайты на смартфоны или планшеты;

– 68 % используют датчики температуры и/или влажности в 25 % – 100 % от хранящегося зерна;

– 60 % комбайнов оснащены GPS;

– 52 % были не удовлетворены интернет-сервисом и скоростью интернета;

– 50 % регистрируют и хранят данные об урожайности;

– 48 % создали карты урожайности;

– 28 % просматривали в сезон спутниковые снимки посевов;

– 19 % просматривали в сезон снимки БПЛА;

– 21 % используют бесплатный прогноз погоды от государственных сетей в качестве основного информации о погоде;

– 10 % используют платную службу погоды, как их первичной метеорологической информации;

– 13 % используют Wi-Fi или сотововую сеть для передачи данных.

В среднем, респонденты опроса сообщили, что они потратили $ 6,47 за акр (0,4 га) на точное земледелие.

Рассмотрим результаты опроса фермеров из Канады.

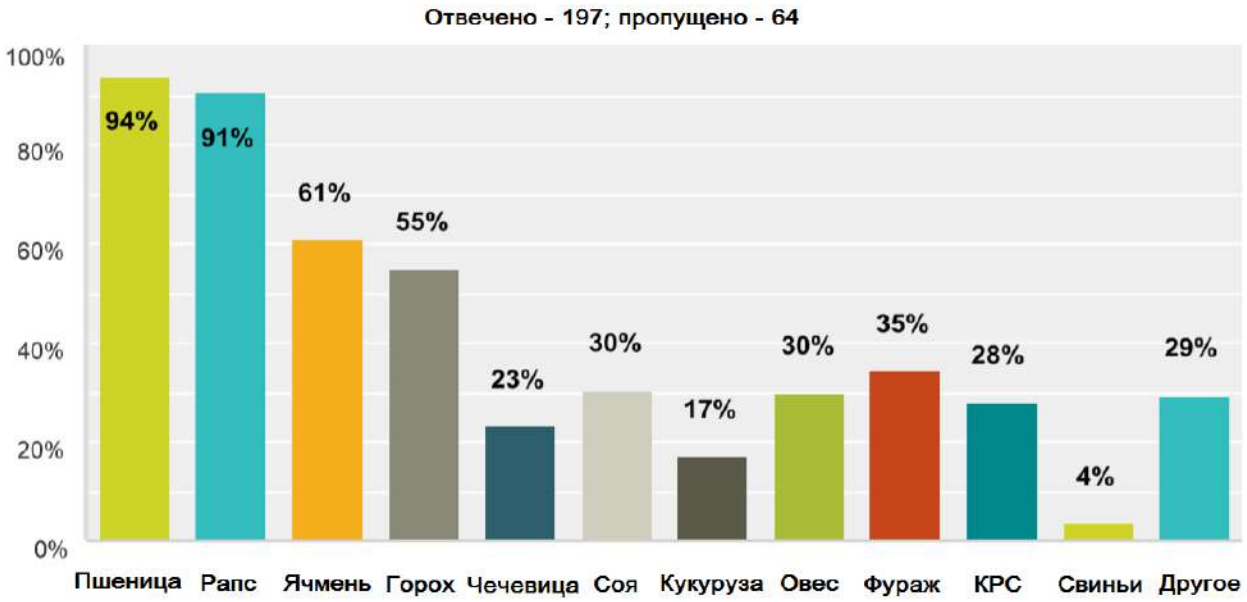


Рисунок 2.20 – Вопрос: «Какие культуры вы выращиваете?»
(в верхней части графиков здесь и далее указано количество анкет,
отвеченный и не отвеченный на данный вопрос)

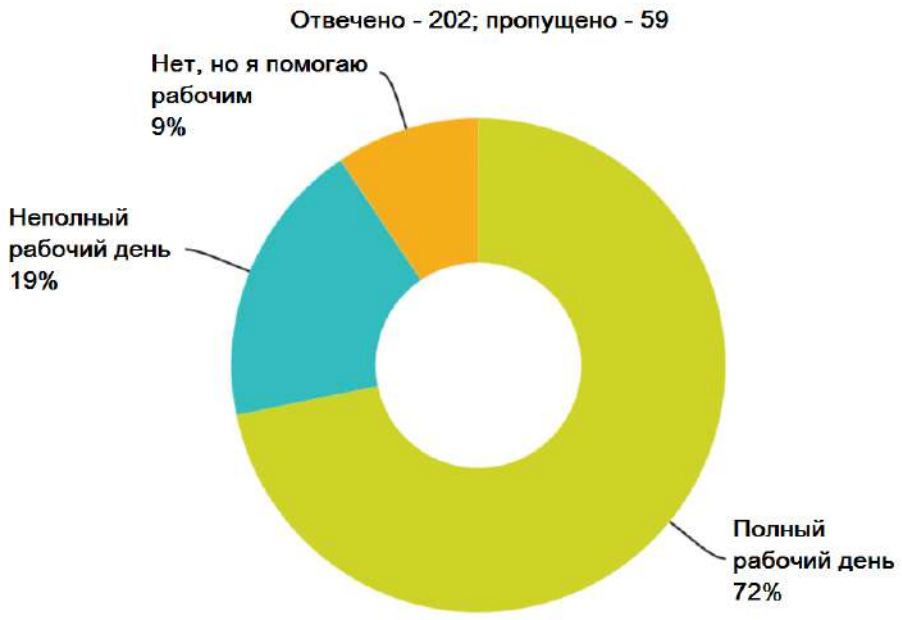


Рисунок 2.21 – Вопрос: «Вы работаете на ферме?»

Средний возраст опрошенных составил от 35 до 44 лет (рисунок 2.22). Это моложе среднего возраста по Канаде, который составляет 54 года, согласно переписи сельского хозяйства 2011 г.

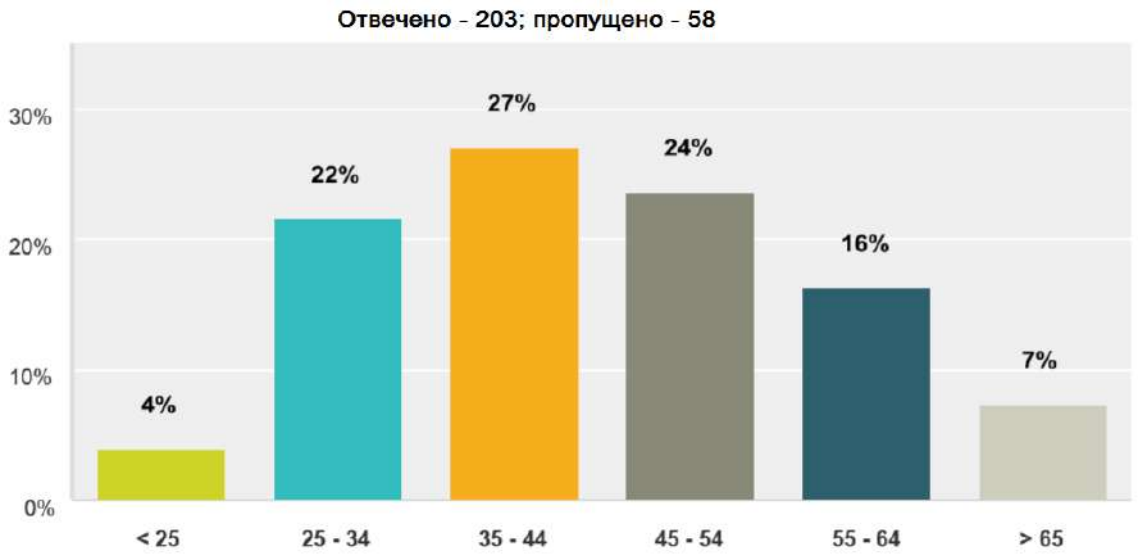


Рисунок 2.23 – Вопрос: «Сколько вам лет?»

Средняя площадь опрошенных по посевной площади хозяйства составило от 2201 до 3800 акров (от 900 до 1500 га) – рисунок 1.29.

Западно-канадские хозяйства, как правило, намного больше, чем фермы в Восточной Канаде или на Среднем Западе США.

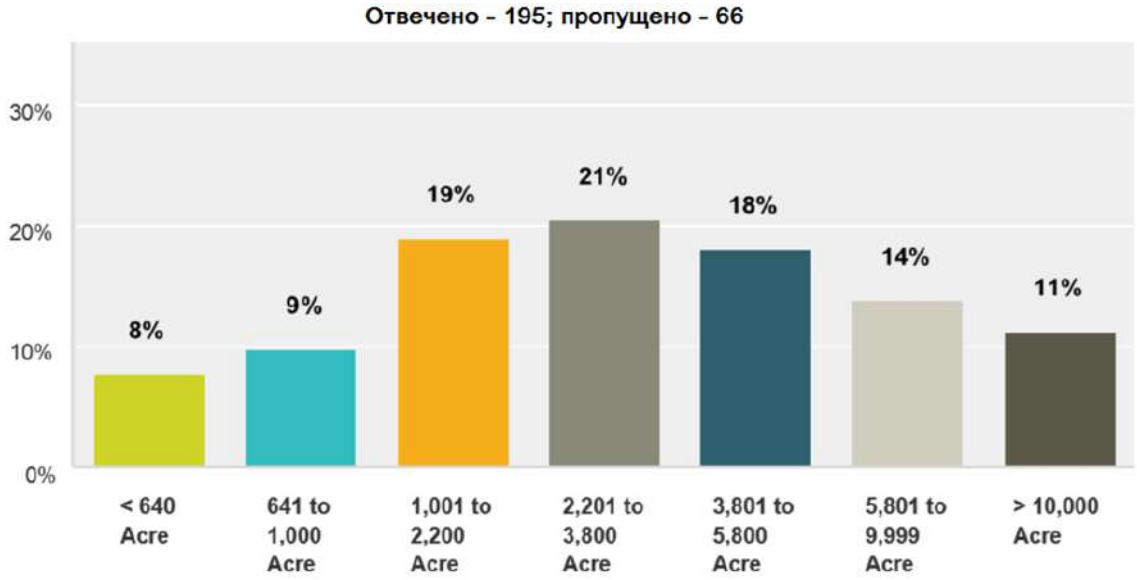


Рисунок 2.24 – Вопрос: «Каковы посевные площади в вашем хозяйстве?»

Средний годовой доход опрошенных фермеров составил обзора был выше $2 миллионнов (рисунок 2.25).

Это выше, чем средний национальный показатель по сравнению с переписью 2011 г.

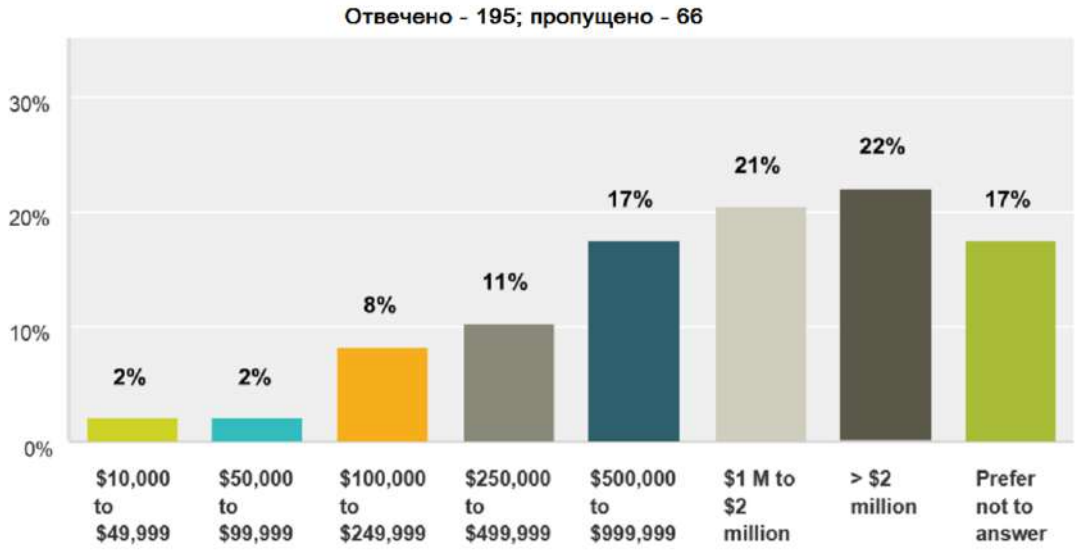


Рисунок 2.25 – Вопрос: «Каков годовой доход в вашем хозяйстве?»

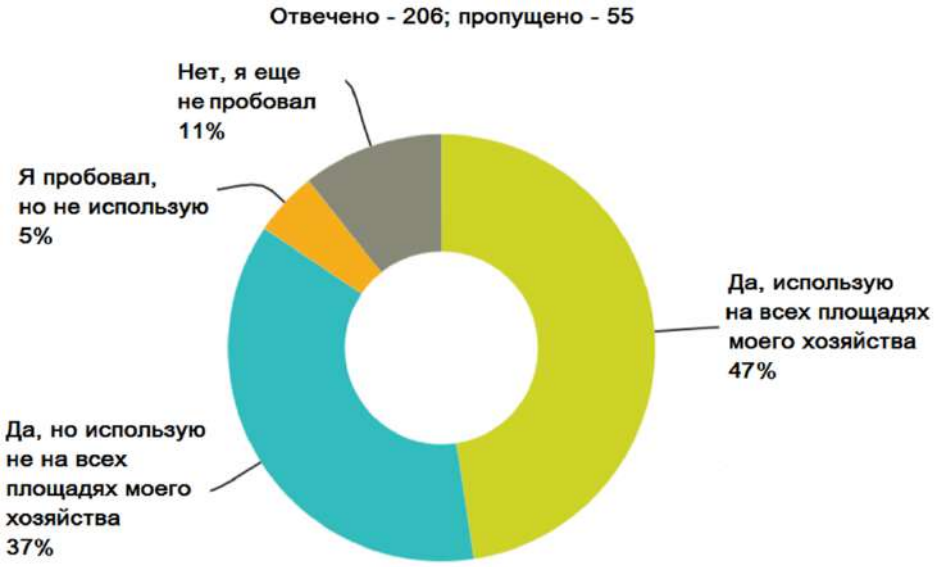


Рисунок 2.26 – Вопрос: «Используются в вашем хозяйстве технологии точного земледелия?»

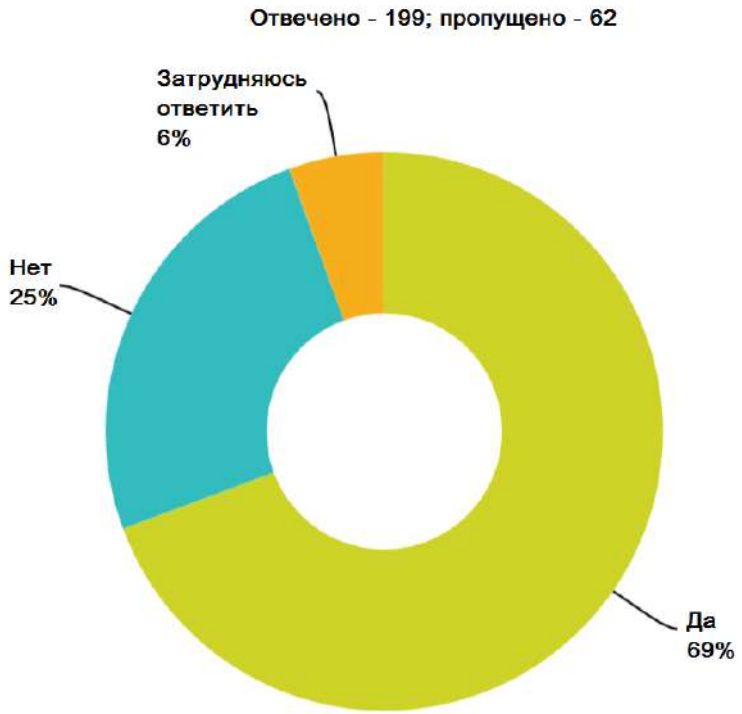


Рисунок 2.27 – Вопрос: «Фиксируете ли вы GPS-координаты мест отбора проб почвы, с тем чтобы в будущем можно было производить отбор проб из того же места?»

На вопрос: «Используете ли вы системы GPS-навигации для работы на ферме?», только 2 % ответили, что не используют.

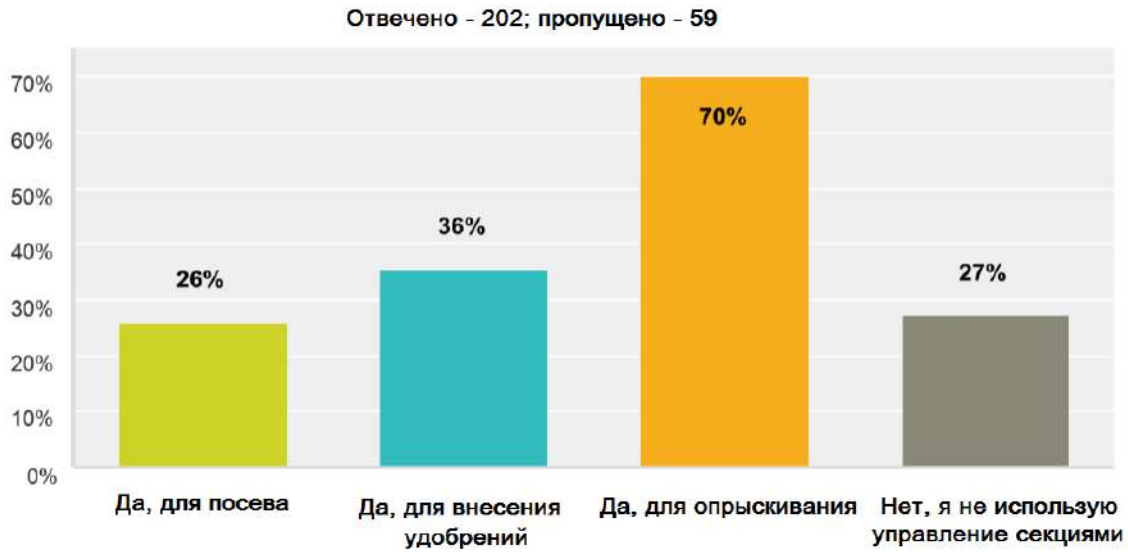


Рисунок 2.28 – Вопрос: «Использовали ли вы автоматическое управление секциями при посеве, внесении удобрений, опрыскивании в 2016 году?»

Оцифровка полей позволяет определять площадь поля и препятствий или не обрезанные области внутри поля. Границы цифрового поля могут создаваться в поле или удаленно с помощью программного обеспечения и изображений геоинформационной системы. Точность границ цифрового поля может варьироваться в зависимости от используемых методов.

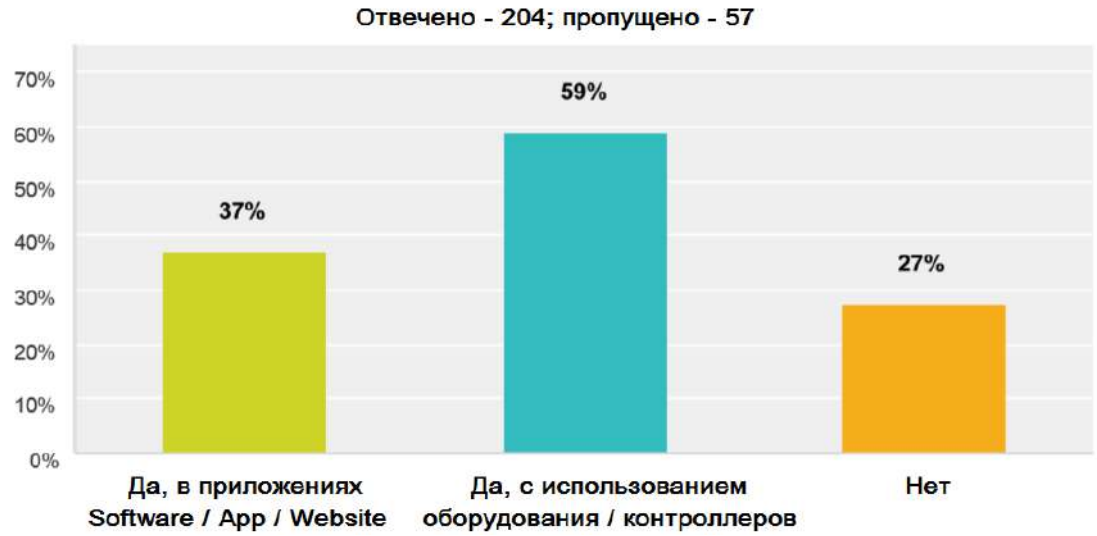


Рисунок 2.29 – Вопрос: «Выполнялась ли у вас оцифровка полей?»

Более высокие доходы фермерских хозяйств Канады свидетельствуют о высоких темпах внедрения технологий точного земледелия.

Фотографии и изображения сельскохозяйственных угодий и конкретные сроки развития сельскохозяйственных культур за предыдущие годы могут дать информацию о природных особенностях и антропогенных особенностях земли. Карты обеспечивают пространственную привязку для отображения многих видов исторической и текущей информации (рисунок 2.30).

60 % фермеров используют программное обеспечение на компьютере для управления хозяйством.

Наиболее распространенные поставщики программного обеспечения для обеспечения управлением сельским хозяйством:

1. Farm Credit Canada;
2. Trimble;
3. Do it Yourself tools;
4. Ag Leader – SMS;
5. Farmers Edge;
6. John Deere.

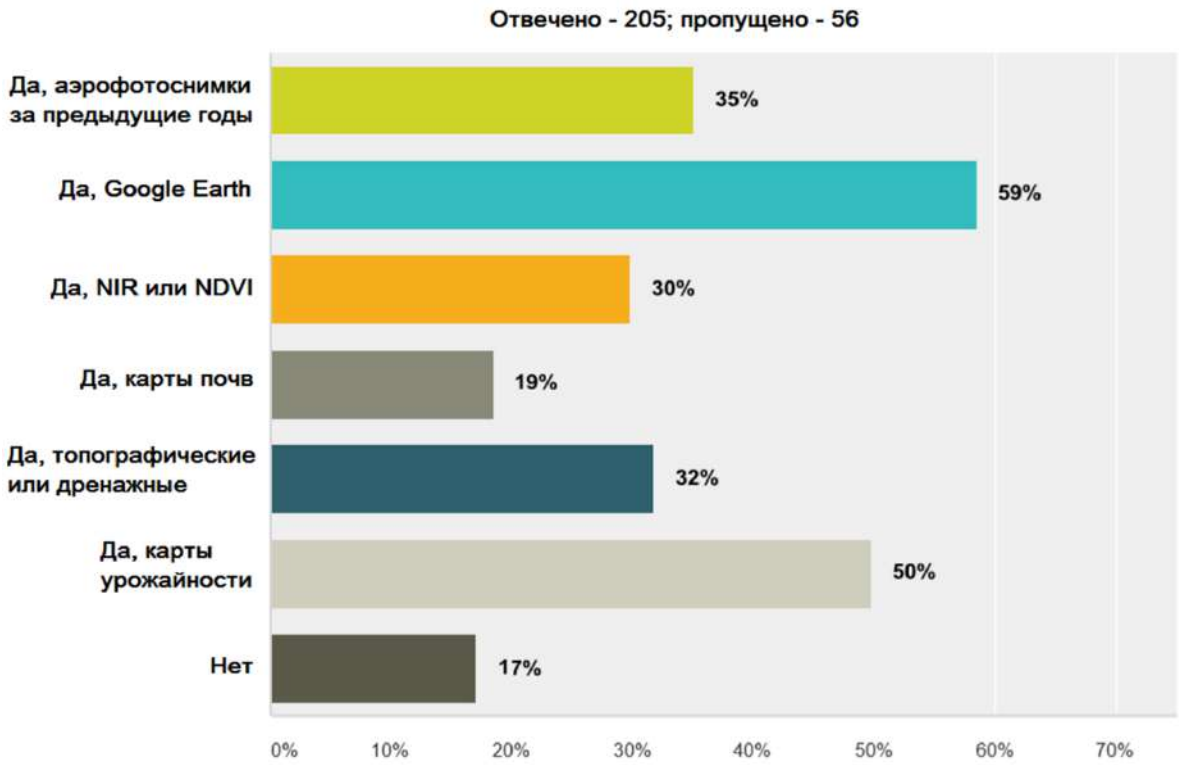


Рисунок 2.30 – Вопрос: «В 2016 году вы смотрели на снимки или карты полей вашего хозяйства?»

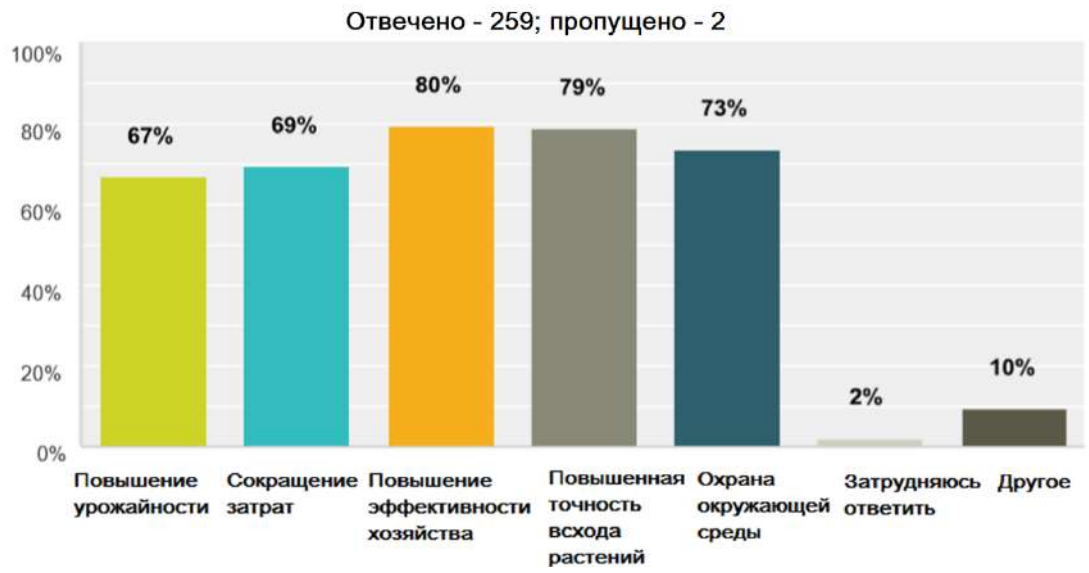


Рисунок 2.31 – Вопрос: «Каковы основные преимущества точного земледелия?»

Далее определялся рейтинг по среднему показателю ответов: 3 – для значимого барьера; 2 – для барьера; 1 – для малого барьера (рисунок 2.32).

Рассмотрим пятерку барьеров или ограничений, влияющих на внедрение фермерскими хозяйствами технологий точного земледелия.

Стоимость оборудования и приложений точного земледелия имеет тенденцию быть важным фактором с производителями, но какая часть барьера является аппаратным обеспечением, программным обеспечением или услугами, трудно определить.

На втором месте является скорость интернета и покрытие сотовой связью.

Далее следует нехватка специалистов, работающих с технологиями ТЗ.

На четвертое место респондеты ставят ограничения, связанные с непрерывно развивающимися технологиями ТЗ.

Замыкает данную пятерку наличие устаревшего оборудования в хозяйстве, которое усложняет внедрение данных технологий.

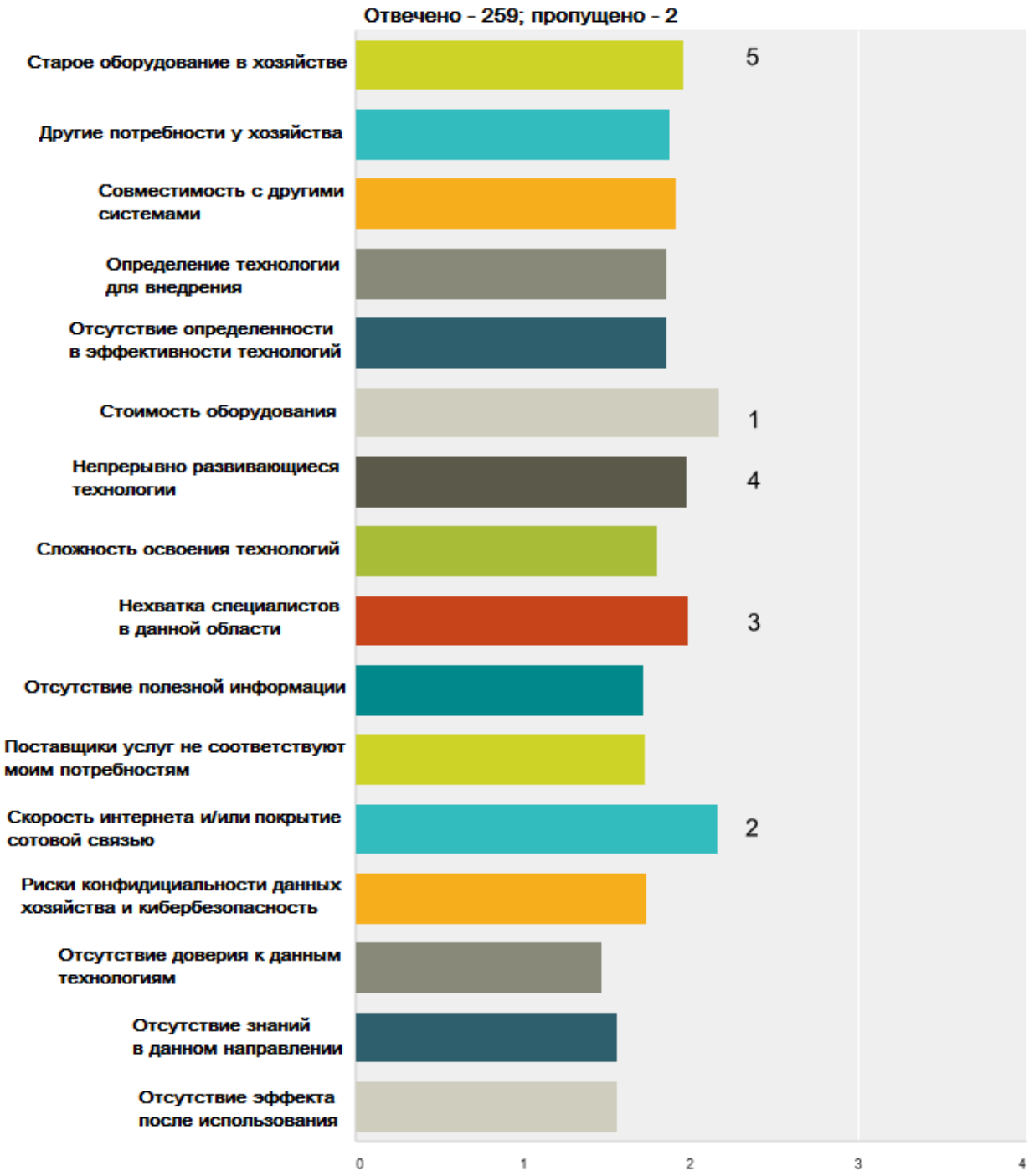


Рисунок 2.32 – Вопрос: «Каковы, на ваш взгляд, барьеры или ограничения, влияющие на внедрение фермерскими хозяйствами технологий точного земледелия?»

Рисунок 2.33 – Вопрос: «Вы собираетесь использовать более точные инструменты сельского хозяйства в будущем?»

Рисунок 2.34 – Вопрос: «В течение следующих 2 лет какие технологии принесут наибольшую пользу Вашему бизнесу?»

3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ АГРАРНЫХ ВУЗОВ РФ

3.1 Использование элементов точного земледелия в аграрных ВУЗах

Для мониторинга и прогнозирования научно-технологического развития АПК внедрения новых технологий в учебном процессе аграрных вузов центром прогнозирования и мониторинга совместно с Депнаучтехполитики организован сбор информации по использованию элементов точного земледелия в учебных заведениях аграрного профиля (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Информация об использовании в учебном процессе дисциплин, связанных с точным земледелием

ВУЗ	Факультет	Наименование специальности, направления подготовки	Уровень образования	Объем дисциплины, часов
Башкирский ГАУ	Агротехнологий и лесного хозяйства	35.03.04 Агрономия	бакалавриат	324
Итого	1	1		324
Белгородский ГАУ	–	–	–	–
Итого	0	0		0
Бурятская ГСХА	Агрономический	35.04.04 Агрономия	магистратура	108
Итого	1	1		108
Волгоградский ГАУ	Агротехнологический	35.04.03	магистратура	24 / ГИС-технологии
		35.03.04	бакалавриат	36 / Точное земледелие
		35.06.01	аспирантура	58 / ГИС-технологии, точное земледелие
Итого	1	3		58
Государственный университет по землеустройству	–	–	–	–
Итого	0	0		0
Дагестанский ГАУ	Агротехнологии и землеустройства	Агрономия	магистратура	36
Итого	1	1		36
Кубанский ГАУ	Механизации	35.03.06 «Агроинженерия (Технические системы в агробизнесе)»	бакалавриат	72 / Точное земледелие 72 / Интеллектуальная сельскохозяйственная техника
		23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства (Технические	специалитет	72 / Точное земледелие 216 / Интеллекту-

ВУЗ	Факультет	Наименование специальности, направления подготовки	Уровень образования	Объем дисциплины, часов
		средства АПК)»		альные технические средства АПК
		35.04.06 «Агроинженерия (Технологии и средства механизации сельского хозяйства)»	магистратура	72 / Точное земледелие
	Агрономии и экологии	35.03.04 «Агрономия (Агрономия)»	бакалавриат	108 / Точное земледелие
	Агрохимии и защиты растений	35.03.04 «Агрономия (Защита растений)»	бакалавриат	72 / Точное земледелие
		35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение (агрохимия и агропочвоведение)»		
Итого	3	6		684
Курская ГСХА	–	–	–	–
Итого	0	0		0
Мичуринский ГАУ	Инженерный	35.04.06 Агроинженерия – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве	магистратура	108
		35.04.06 Агроинженерия – Технологии и средства механизации сельского хозяйства	магистратура	108
Итого	1	2		216
Омский ГАУ	Агротехнологический	35.03.04 Агрономия	бакалавриат	144
		35.04.04 Агрономия	магистратура	180
	Агрохимии, почвоведения, экологии, природообустройства и водопользования	35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение	бакалавриат	108 144
		35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение	магистратура	108 180
Итого	2	4		864
Пензенский ГАУ	Инженерный	35.03.06 Агроинженерия	бакалавриат	72
Итого	1	1		72
Рязанский ГАТУ	Инженерный	Агроинженерия	бакалавриат	288 / Геоинформационные системы при эксплуатации и сервисе машинно-тракторного парка
	Технологический	Агрономия	бакалавриат	144 / Системы земледелия
				108 / Опти-

ВУЗ	Факультет	Наименование специальности, направления подготовки	Уровень образования	Объем дисциплины, часов
				мизация основных технологических процессов в земледелии
			магистратура	108 / Адаптивные системы земледелия
				180 / Ландшафтное земледелие
Итого	2	2		828
Санкт-Петербургский ГАУ	Технических систем, сервиса и энергетики	23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов	бакалавриат	72
		35.03.06 Агроинженерия профиль Эксплуатация транспортно-технологических машин	бакалавриат	72
		35.04.06 Агроинженерия профиль Технические системы в агробизнесе	магистратура	72
Итого	1	3		216
Смоленская ГСХА	–	–	–	–
Итого	0	0		0
Тверская ГСХА	Технологический	Агрономия	магистратура	108 / Ресурсосберегающее и точное земледелие
		Агрохимия и агропочвоведение		81 / ГИС-технологии
Итого	1	2		189
Уральский ГАУ	Агротехнологий и землеустройства	35.04.04 «Агрономия»	магистратура	144
		35.03.04 «Агрономия»	бакалавриат	144
Итого	1	2		288

Рейтинг ВУЗов по использованию в учебном процессе дисциплин, связанных с точным земледелием (количество факультетов на которых проводятся занятия, количество направлений подготовки и общий объем часов по данным дисциплинам) представлен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Рейтинг ВУЗов по использованию в учебном процессе дисциплин, связанных с точным земледелием

ВУЗ	Количество факультетов	Количество направлений подготовки	Общий объем дисциплин, часов
Кубанский ГАУ	**3**	**6**	**684**
Омский ГАУ	**2**	**4**	**864**
Рязанский ГАТУ	**2**	**2**	**828**
Санкт-Петербургский ГАУ	1	3	216
Уральский ГАУ	1	2	288
Мичуринский ГАУ	1	2	216
Волгоградский ГАУ	1	3	58
Тверская ГСХА	1	2	189
Башкирский ГАУ	1	1	324
Бурятская ГСХА	1	1	108
Пензенский ГАУ	1	1	72
Дагестанский ГАУ	1	1	36

Рейтинг ВУЗов по использованию в учебном процессе дисциплин, связанных с точным земледелием: Кубанский ГАУ (на 3 факультетах, по 6 направлениям подготовки, общий объем 684 часов); Омский ГАУ (на 2 факультетах, по 4 направлениям подготовки, общий объем 864 часов); Рязанский ГАТУ ГАУ (на 2 факультетах, по 2 направлениям подготовки, общий объем 828 часов).

3.2 Использование элементов точного земледелия в учебном процессе Кубанского ГАУ

В Кубанском ГАУ проводится большая работа по повышению уровня цифровой грамотности будущих специалистов АПК.

Для качественного обеспечения учебного процесса бакалавров, магистров и специалистов в 2015 г. на факультете механизации открыт центр точного земледелия (рисунок 3.1), в 2017 г. – центр прогнозирования и мониторинга (рисунок 3.2).

Материально-техническое обеспечение представлено стендами для изучения принципов работы и эксплуатации систем параллельного вождения; управления секциями опрыскивателя; изменения нормы внесения удобрений

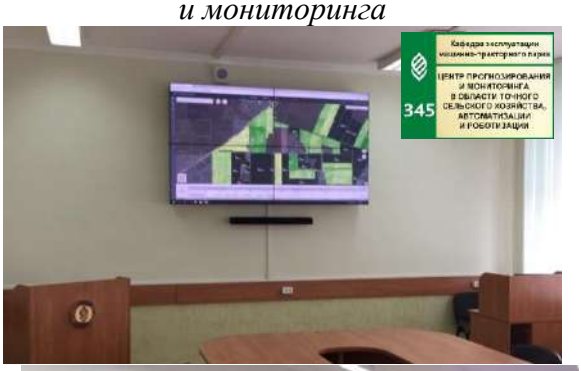
и средств защиты растений по окраске зеленого цвета; управления сервоприводами распределителя удобрений; метеостанции, передающей данные в режиме реального времени.

Лабораторные и практические занятия проводятся на современном оборудовании ведущих фирм мира (рисунок 3.3).

Рисунок 3.1 – Центр точного земледелия факультета механизации

В процессе освоения цифровых технологий у аспирантов Кубанского ГАУ формируются знания, умения и навыки по использованию современных мировых, российских и вузовских информационно-коммуникационных технологий, и ресурсов в своей научно-исследовательской деятельности и образовании.

Центр прогнозирования и мониторинга



Ситуационный центр по точному земледелию

Рисунок 3.2 – Центр прогнозирования и мониторинга

Рисунок 3.3 – Современные классы и оборудование факультета механизации

В курсе «Основы научных исследований» который читается для обучающихся в аспирантуре по направлениям подготовки: 04.06.01 Химические науки, 05.06.01 Науки о земле, 06.06.01 Биологические науки, 35.06.01 Сельское хозяйство, 36.06.01 Ветеринария и зоотехния есть разделы, посвященные визуальному фенотипированию в селекции растений.

Рассматриваются основные подходы к преобразованию изображений в цифровую форму, методология оцифровки изображений, визуальный анализ данных в сельскохозяйственные исследования. Приводится обзор ресурсных баз данных по данному направлению, а также области применения в сельскохозяйственные практики. На практических занятиях рассматриваются вопросы составления визуальных баз данных по рассматриваемым предметным областям (селекция растений, биотестирование почвы, загрязнение почвы, тератология растения при техногенном загрязнении).

Оснащение техникой в учебно-опытных хозяйствах Кубанского ГАУ за последние годы заметно улучшилось (рисунок 3.4). Вызывает интерес инновационная технология по управлению поголовьем сельскохозяйственных животных. Новое оборудование в автоматическом режиме под управлением специализированного программного обеспечения определяет параметры упи-

танности поголовья, сведения по каждой дойной корове заносятся в личную карту животного.

Рисунок 3.4 – Учебно-опытное хозяйство Кубанского ГАУ «Краснодарское»

Вопросы, связанные с цифровым сельским хозяйством, изучаются на 3 факультетах – механизации, агрономии и экологии, агрохимии и защиты растений; 6 направлениях подготовки для уровней образования бакалавриат, специалитет и магистратура.

В рамках дополнительного профессионального образования проводятся курсы повышения квалификации по направлению «Точное земледелие» для главных инженеров и механиков хозяйств.

Ежегодно проводится повышение квалификации для 20–30 человек из хозяйств Краснодарского края (рисунок 3.5).

В настоящее время студенты Кубанского ГАУ имеют возможность в свободном доступе бесплатно проходить онлайн-курсы по базовым дисциплинам на Национальной платформе «Открытое образование» (https://openedu.ru/), которые разработаны в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов

Рисунок 3.5 – Повышение квалификации по направлению «Точное земледелие» для специалистов АПК

. Основным Интернет-ресурсом для обучающихся является Образовательный портал Кубанского ГАУ (https://edu.kubsau.ru/), на котором размещено более чем 3500 учебных и учебно-методических материалов, используемых в качестве как основной, так и дополнительной литературы (рисунок 3.6). В качестве дополнительных источников информации, на образовательный портал размещены ссылки на различные интернет-платформы в разделе «Лучшие бесплатные образовательные Интернет-ресурсы».

В ближайшее время планируем заключение соглашения с Национальной платформы «Открытое образование», которое позволит включать онлайн-курсы Платформы в учебные планы с возможностью мониторинга успеваемости студентов, проходящих там обучение и дающее преимущества, такие как: повышение качества обучения студентов и обновление содержания основных образовательных программ, также усиление привлекательности сво-

их образовательных программ при использовании брендов сильных российских университетов.

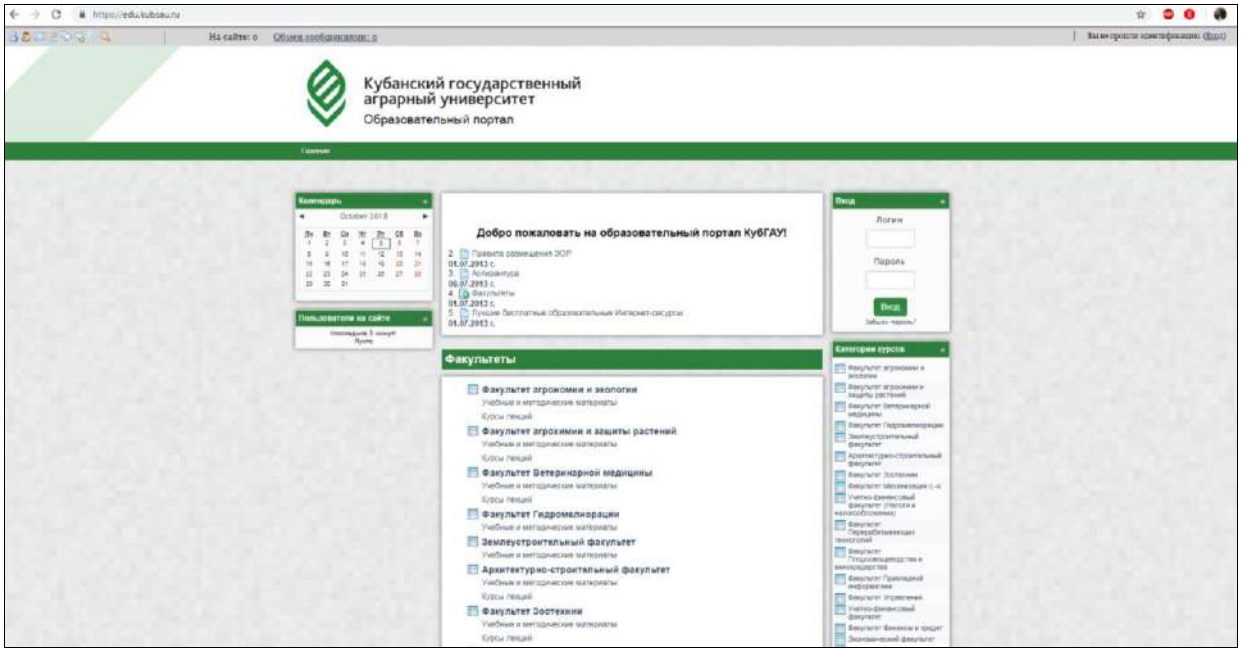


Рисунок 3.6 – Образовательный портал Кубанского ГАУ

Нами подготовлено 14 учебно-методических пособий и аналитических материалов объемом более 70 п. л., которые размещены на сайте Кубанского ГАУ (рисунок 3.7).

Рисунок 3.7 – Издания по точному сельскому хозяйству

4 СОСТОЯНИЕ СОВРЕМЕННОГО РЫНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Выполнен анализ компаний в области точного сельского хозяйства из 36 регионов: Хабаровская область, Алтайский край, Архангельская область, Белгородская область, Владимирская область, Волгоградская область, Вологодская область, Воронежская область, Иркутская область, Калининградская область, Кемеровская область, Краснодарский край, Курганская область, Ленинградская область, Липецкая область, Московская область, Нижегородская область, Новосибирская область, Омская область, Оренбургская область, Орловская область, Пермский край, Республика Карелия, Республика Крым, Республика Татарстан, Ростовская область, Рязанская область, Самарская область, Саратовская область, Ставропольский край, Тамбовская область, Томская область, Тульская область, Тюменская область, Ульяновская область, Челябинская область, Чувашская Республика.

Таблица 4.1 – Количество проанализированных организаций по регионам

Регион	Количество организаций
Хабаровская область	**2**
Система параллельного вождения	2
Алтайский край	**8**
Комплексные решения по точному земледелию	2
Консультационные услуги	1
Мониторинг транспорта	2
Система параллельного вождения	3
Архангельская область	**1**
Мониторинг транспорта	1
Белгородская область	**2**
Комплексные решения по точному земледелию	1
ПО	1
Владимирская область	**1**
Система параллельного вождения	1
Волгоградская область	**2**
Комплексные решения по точному земледелию	1
Мониторинг транспорта	1
Вологодская область	**1**
Система параллельного вождения	1
Воронежская область	**6**

Регион	Количество организаций
Комплексные решения по точному земледелию	2
Система параллельного вождения	4
Иркутская область	**2**
Система параллельного вождения	2
Калининградская область	**1**
Система параллельного вождения	1
Кемеровская область	**1**
Мониторинг транспорта	1
Краснодарский край	**18**
Комплексные решения по точному земледелию	6
Мониторинг транспорта	3
Мониторинг транспорта. Параллельное вождение	1
Система параллельного вождения	8
Курганская область	**1**
Система параллельного вождения	1
Ленинградская область	**6**
Комплексные решения по точному земледелию	1
Консультационные услуги	2
Космический мониторинг	1
Мониторинг транспорта	1
Система параллельного вождения	1
Липецкая область	**2**
Комплексные решения по точному земледелию	1
Системы параллельного вождения	1
Московская область	**19**
БПЛА	1
Комплексные решения по точному земледелию	5
Космический мониторинг	4
Мониторинг транспорта	3
Система параллельного вождения	5
Спутниковый мониторинг	1
Нижегородская область	**1**
Мониторинг транспорта	1
Новосибирская область	**4**
Мониторинг транспорта	1
Система параллельного вождения	3
Омская область	**3**
Комплексные решения по точному земледелию	1
Система параллельного вождения	2
Оренбургская область	**3**
Система параллельного вождения	3
Орловская область	**1**
Комплексные решения по точному земледелию	1
Пермский край	**1**
Система параллельного вождения	1

Регион	Количество организаций
Республика Карелия	**1**
Мониторинг транспорта	1
Республика Крым	**1**
Система параллельного вождения	1
Республика Татарстан	**3**
Комплексные решения по точному земледелию	1
Система параллельного вождения	2
Ростовская область	**12**
Комплексные решения по точному земледелию	2
Мониторинг транспорта	4
Система параллельного вождения	6
Рязанская область	**1**
Система параллельного вождения	1
Самарская область	**1**
Спутниковый монитоинг	1
Саратовская область	**5**
Комплексные решения по точному земледелию	2
Система параллельного вождения	3
Ставропольский край	**8**
Комплексные решения по точному земледелию	3
Мониторинг транспорта	1
Система параллельного вождения	4
Тамбовская область	**3**
Консультационные услуги	1
Мониторинг транспорта	1
Система параллельного вождения	1
Томская область	**1**
Мониторинг транспорта	1
Тульская область	**1**
Мониторинг транспорта	1
Тюменская область	**1**
Комплексные решения по точному земледелию	1
Ульяновская область	**1**
Система параллельного вождения	1
Челябинская область	**3**
Комплексные решения по точному земледелию	1
Система параллельного вождения	2
Чувашская Республика	**1**
Комплексные решения по точному земледелию	1

Проанализировано 131 организации из 55 городов: Санкт-Петербург, Хабаровск, Алматы, Алтай, Архангельск, Барнаул, Батайск, Белгород, Бийск, Владимир, Волгоград, Вологда, Воронеж, Гулькевичи, Иркутск, Казань, Ка-

лининград, Кемерово, Краснодар, Курган, Липецк, Майкоп, Миасс, Москва, Мытищи, Невинномысск, Нижний Новгород, Новосибирск, Новочеркасск, Омск, Орел, Оренбург, п. Расково, Пермь, Петрозаводск, Ростов-на-Дону, Рубцовск, Рязань, Самара, Санкт-Петербург, Саратов, Светлоград, Симферополь, Сочи, Ставрополь, Тамбов, Тихорецк, Томск, Тула, Тюмень, Ульяновск, Чебоксары, Челябинск, Шебекино.

Таблица 4.2 – Количество проанализированных организаций по городам

Город	**Количество компаний**
Ростов-на-Дону	6
Санкт-Петербург	1
Хабаровск	2
Алматы	1
Алтай	2
Архангельск	1
Барнаул	3
Батайск	1
Белгород	1
Бийск	2
Владимир	1
Волгоград	2
Вологда	1
Воронеж	6
Гулькевичи	1
Иркутск	2
Казань	1
Калининград	1
Кемерово	1
Краснодар	14
Курган	1
Липецк	2
Майкоп	1
Миасс	1
Москва	17
Мытищи	2
Невинномысск	1
нет адреса	1
Нижний Новгород	1
Новосибирск	4
Новочеркасск	1
Омск	3
Орел	1

Оренбург	3
п. Расково	1
Пермь	1
Петрозаводск	1
Ростов-на-Дону	4
Рубцовск	1
Рязань	1
Самара	1
Санкт-Петербург	5
Саратов	4
Светлоград	1
Симферополь	1
Сочи	1
Ставрополь	5
Тамбов	3
Тихорецк	1
Томск	1
Тула	1
Тюмень	1
Ульяновск	1
Чебоксары	1
Челябинск	2
Шебекино	1

Таблица 4.3 – Количество проанализированных организаций по направлениям

Направление	**Количество организаций**
БПЛА	**1**
Москва	1
Комплексные решения по точному земледелию	**32**
Алтай	1
Барнаул	1
Волгоград	1
Воронеж	2
Гулькевичи	1
Казань	1
Краснодар	5
Липецк	1
Москва	4
Мытищи	1
Невинномысск	1
Омск	1
Орел	1
п. Расково	1
Ростов-на-Дону	2
Санкт-Петербург	1
Саратов	1

Ставрополь	1
Тюмень	1
Чебоксары	1
Челябинск	1
Шебекино	1
Консультационные услуги	**4**
Алтай	1
Санкт-Петербург	2
Тамбов	1
Космический мониторинг	**5**
Москва	4
Санкт-Петербург	1
Мониторинг транспорта	**23**
Архангельск	1
Барнаул	1
Бийск	1
Волгоград	1
Кемерово	1
Краснодар	2
Москва	3
Нижний Новгород	1
Новосибирск	1
Новочеркасск	1
Петрозаводск	1
Ростов-на-Дону	3
Санкт-Петербург	1
Сочи	1
Ставрополь	1
Тамбов	1
Томск	1
Тула	1
Мониторинг транспорта. Параллельное вождение	**1**
Краснодар	1
ПО	**1**
Белгород	1
Система параллельного вождения	**60**
Ростов-на-Дону	4
Санкт-Петербург	1
Хабаровск	2
Алматы	1
Барнаул	1
Батайск	1
Бийск	1
Владимир	1
Вологда	1
Воронеж	4
Иркутск	2

Калининград	1
Краснодар	6
Курган	1
Липецк	1
Майкоп	1
Миасс	1
Москва	4
Мытищи	1
нет адреса	1
Новосибирск	3
Омск	2
Оренбург	3
Пермь	1
Ростов-на-Дону	1
Рубцовск	1
Рязань	1
Саратов	3
Светлоград	1
Симферополь	1
Ставрополь	3
Тамбов	1
Тихорецк	1
Ульяновск	1
Челябинск	1
(пусто)	2
Спутниковый мониторинг	**2**
Москва	1
Самара	1

Регион	город	Название	Направления деятельности	Адрес	Контакты
Алтайский край	Алтай	Геотех	Комплексные решения по точному земледелию	656067, Алтайский край, г. Барнаул, Павловский тракт, 253	e-mail: geotekh-altay@mail.ru
Алтайский край	Алтай	Центр точного земледелия Гелиос	Консультационные услуги	656058, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Валетная, 35, офис 304-308	e-mail: gelios-altay@mail.ru
Краснодарский край	Краснодар	СтавТРЭК Краснодар	Мониторинг транспорта. Параллельное вождение	350080, Краснодарский край, г. Краснодар ул. Тюляева 53	сайт: https://krasnodar.stavtrack.ru e-mail: info@stavtrack.ru телефон: 8 861 238 83 17
Краснодарский край	Краснодар	Технологии Точного Земледелия	Системы параллельного вождения	350010, г. Краснодар, ул. Зиповская 5/3, офис 21	e-mail: info@do3cm.ru сайт: http://www.ttz.land/ телефон: +7 (964) 895-10-10
Краснодарский край	Краснодар	АгроСофт	Комплексные решения по точному земледелию	353730, Россия, Краснодарский край, ст-ца Каневская, ул. Нестеренко 110а	e-mail: sale@agrosoft.ru сайт: https://agrosoft.ru телефон: +7(86164)7-97-51
Краснодарский край	Краснодар	КЛЮЧАГРО (Лабсолют)	Комплексные решения по точному земледелию	г. Краснодар, п. Берёзовый, ул. Карла Гусника, д. 17/5, 2 этаж, офис 7	e-mail: keyagro@mail.ru сайт: ключагро.рф телефон: 8-861-299-90-87
Липецкая область	Липецк	Корпорация Телематика - Лидер	Системы параллельного вождения	г. Липецк	e-mail: сайт: http://agro-gps.ru/ телефон: (4742) 51-99-50
Омская область	Омск	АгроСибНавигация	Система параллельного вождения	644016 г. Омск ул.Семиреченская, 97 каб. 103	e-mail: agrosibgps@mail.rucайт: сайт: http://agrosibgps.ru/ телефон: +79081195726
Оренбургская область	Оренбург	Группа компаний «АТЛАС-М»	Система параллельного вождения	г. Оренбург, ул. Аксакова, д 8/9, оф. 101	e-mail: agro@agrovse.ru сайт: http://кампусагро.рф телефон: 8 800 2-347-247
Московская область	Москва	Topcon	Система параллельного вождения	107023, г. Москва, ул. Малая Семеновская, д. 9, стр. 6	e-mail: agro@topcon.pro сайт: http://agro.topcon.pro телефон: +7 (495) 369-65-50
Московская область	Москва	Geosys	Спутниковый мониторинг	105120, г. Москва, 2-й Сыромятнический переулок, 1.	сайт: http://www.geosys.com e-mail: ypn@geosys.com телефон: +38 097 796 0243
Самарская область	Самара	Евротехника	Спутниковый мониторинг	443044, г. Самара, ул. Магистральная 80 «Г»	e-mail: info@eurotechnika.ru сайт: http://eurotechnika.ru телефон/факс (846) 931 40 93 служба сбыта (846) 931 40 39 приемная (846) 931 38 89 факс
Саратовская область	Саратов	Инфобис	Комплексные решения по точному земледелию	410056, г. Саратов, ул. Чернышевского 94 Б	e-mail: infobis@inbox.ru сайт: http://www.infobis.ru телефон: 8 (800) 234-07-44, +7 (927) 910-00-72
Ставропольский край		СтавИнвест	Комплексные решения по точному земледелию		
Республика Татарстан		КСМ-Интех	Система параллельного вождения	Республика Татарстан, Высокогорский район, п. Инеш, ул. Здание №1	http://ksm-intech.ru/contacts
нет адреса		ТехникаСибири	Система параллельного вождения	8 (932) 328-99-35	agronavigator24.ru

Московская область	Мытищи	ГЕОМИР	Комплексные решения по точному земледелию	141006, Россия, Московская область, город Мытищи, Олимпийский проспект, дом 50 Телефон: +7 (495) 788-85-90	www.geomir.ru
Воронежская область	Воронеж	ГЕОМИР	Комплексные решения по точному земледелию	394030, Россия, город Воронеж, Мельничный переулок, дом 24 Телефон: +7 800 500-00-58 Электронная почта: chernozemie@geomir.ru	www.geomir.ru
Краснодарский край	Краснодар	ГЕОМИР	Комплексные решения по точному земледелию	350012, Россия, город Краснодар, Центральная Усадьба КНИИСХ, Лабораторный корпус, офис 28 Телефоны: +7 918 351-11-71; +7 925 004-12-27 Электронная почта: smirnov@geomir.ru	www.geomir.ru
Ростовская область	Ростов-на-Дону	ГЕОМИР	Комплексные решения по точному земледелию	344029, Россия, город Ростов-на-Дону, пер. Молодогвардейский, дом 39, офис 2 Телефон: +7 925 004-70-10 Электронная почта: rostov@geomir.ru	www.geomir.ru
Саратовская область	Саратов	Эргономика	Система параллельного вождения	г. Саратов: ул. Астраканская 88 8 800 700 39 60	www.glomos.ru
Московская область	Москва	Эргономика	Система параллельного вождения	г. Москва: Щелковское ш., д. 100 оф.3055 8 800 700 39 60	www.glomos.ru
Республика Татарстан	Алматы	Эргономика	Система параллельного вождения	г. Алматы: Муканова, здание 113 8 800 700 39 60	www.glomos.ru
Московская область	Москва	АвтоГРАФ Москва	Система параллельного вождения	127015, г. Москва, ул. Новодмитровская, 7 8 (495) 975-98-86	www.glonassgps.com
Краснодарский край	Краснодар	Агронавигация	Система параллельного вождения		www.агронавигация.рф
Ростовская область	Ростов-на-Дону	Агронавигация	Система параллельного вождения		www.агронавигация.рф
Рязанская область	Рязань	Агронавигация	Система параллельного вождения		www.агронавигация.рф
Краснодарский край	Майкоп	Агронавигация	Система параллельного вождения		www.агронавигация.рф
Ставропольский край	Ставрополь	Агронавигация	Система параллельного вождения		www.агронавигация.рф
Московская область	Мытищи	ЭКО-Разум	Система параллельного вождения		www.ecorazum.agroserver.ru
Республика Крым	Симферополь	ЭКЗОТРОН ТЕХНОЛОДЖИ	Система параллельного вождения	295048, г.Симферополь, ул. Балаклавская д. 12, офис 13	www.exzotron.ru
Московская область	Москва	КСБ (Комплексные Системы Безопасности) СТЕЛС	Мониторинг транспорта	111555, г.Москва, ул.Перовская, д.21 e-mail: sosgps@mail.ru	https://sosgps.ru/
Ростовская область	Ростов-на-Дону	АГРО-ТЕХ	Система параллельного вождения	347939, Россия, Ростовская область, Таганрог, ул. Пархоменко, 19	https://agro-teh.su
Ростовская область	Ростов-на-Дону	ТехноКОМ	Мониторинг транспорта		https://tkglonass.ru
Московская область	Москва	ТехноКОМ	Мониторинг транспорта		https://tkglonass.ru
Нижегородская область	Нижний Новгород	ТехноКОМ	Мониторинг транспорта		https://tkglonass.ru
Тульская область	Тула	ТехноКОМ	Мониторинг транспорта		https://tkglonass.ru
Тамбовская область	Тамбов	ТехноКОМ	Мониторинг транспорта		https://tkglonass.ru
Ростовская область	Ростов-на-Дону	Луч	Система параллельного вождения	Россия, 344065, г.Ростов-на-Дону, ул. 50-летия Ростсельмаша, 2-6/22	http://agro-luch.ru
Ростовская область	Батайск	Луч	Система параллельного вождения	Россия, Ростовская область, г.Батайск, Сальское шоссе 3 А	http://agro-luch.ru
Ставропольский край	Светлоград	Луч	Система параллельного вождения	Ставропольский край, г.Светлоград, Шоссейная, д. 2А	http://agro-luch.ru
Ульяновская область	Ульяновск	Тимер	Система параллельного вождения	г. Ульяновск, ул. Хваткова, д.20 8 (8422) 99-99-49, 37-07-84	http://timer73.ru
Алтайский край	Барнаул	Корпоративный сервис Сибирь	Система параллельного вождения	Россия, Алтайский край, г.Барнаул, пр-т Космонавтов, 18д	http://ks-gps.ru

Алтайский край	Бийск	Корпоративный сервис Сибирь	Система параллельного вождения	Россия, Алтайский край, г.Бийск, ул.Ленина, 312	http://ks-gps.ru
Алтайский край	Рубцовск	Корпоративный сервис Сибирь	Система параллельного вождения	Россия, Алтайский край, г.Рубцовск, ул. Комсомольская, 257	http://ks-gps.ru
Ростовская область	Ростов-на-Дону	Бизон Юг	Система параллельного вождения	344093, г. Ростов-на-Дону, ул. Днепропетровская, 81/1	http://bizonagro.ru
Воронежская область	Воронеж	ВДК "ПАРТНЕР"	Система параллельного вождения	394033, г. Воронеж, ул. Планетная, 26	http://trimble.3dn.ru
Волгоградская область	Волгоград	Агро-климат	Мониторинг транспорта		http://agro-klimat.ru
Алтайский край	Барнаул	Спутриковые системы монитринга	Мониторинг транспорта	г. Барнаул, ул. Советской Армии, д. 171В	https://ssm22.ru
Алтайский край	Бийск	Спутриковые системы монитринга	Мониторинг транспорта		https://ssm22.ru
Новосибирская область	Новосибирск	Спутриковые системы монитринга	Мониторинг транспорта		https://ssm22.ru
Ленинградская область	Санкт-Петербург	Спутриковые системы монитринга	Мониторинг транспорта		https://ssm22.ru
Томская область	Томск	Спутриковые системы монитринга	Мониторинг транспорта		https://ssm22.ru
Архангельская область	Архангельск	Спутриковые системы монитринга	Мониторинг транспорта		https://ssm22.ru
Кемеровская область	Кемерово	Спутриковые системы монитринга	Мониторинг транспорта	г. Кемерово, ул.Свободы, 37, оф. 101	https://ssm22.ru
Республика Карелия	Петрозаводск	Спутриковые системы монитринга	Мониторинг транспорта		https://ssm22.ru
Воронежская область	Воронеж	НТА	Система параллельного вождения	394031, г. Воронеж, ул. Островского, д. 93А	http://www.системы-параллельного-вождения.рф
Новосибирская область	Новосибирск	Единая Национальная Диспетчерская Система России	Система параллельного вождения	630063, Россия, г. Новосибирск, ул.Нижегородская 270/1, офис 32 Тел.: (383) 373-26-80, +7-913-476-50 13, +7-913-902-21-77	http://www.ends-nsk.ru
Воронежская область	Воронеж	Ньютехагро	Система параллельного вождения	394031, г. Воронеж, ул. Островского, 93А	http://www.newtechagro.ru
Краснодарский край	Краснодар	Кубанский информационые технологии	Система параллельного вождения	г. Краснодар, Дзержиского, 7	http://tehno-ferma.ru

Владимирская область	Владимир	АльфаВладТелематика	Система параллельного вождения	600007, г. Владимир, ул. 16 лет Октября, д. 16	http://avladtel.ru
Московская область	Москва	ETF Agro	Система параллельного вождения	Россия, 127015, г. Москва, ул. Новодмитровская д.2, к. 2, 9 этаж, БЦ «Савеловский сити»	http://eft-agro.ru/contacts info@eft-agro.ru +7 (495) 215-08-94
Вологодская область	Вологда	ETF Agro	Система параллельного вождения	Россия, 160001, г.Вологда, пр-кт Победы, д.33, оф. 47	http://eft-agro.ru
Иркутская область	Иркутск	ETF Agro	Система параллельного вождения	Россия, 664047, г. Иркутск, ул. Трудовая, д. 60, оф. 10в	http://eft-agro.ru
Калининградская область	Калининград	ETF Agro	Система параллельного вождения	Россия, 236005, г. Калининград, ул. П.Морозова, д. 96, оф. 9	http://eft-agro.ru
Краснодарский край	Краснодар	ETF Agro	Система параллельного вождения	Россия, 350059, г. Краснодар, ул. Уральская, д. 75/1, оф. 707 (7 эт.), БЦ "AVM"	http://eft-agro.ru
Оренбургская область	Оренбург	ETF Agro	Система параллельного вождения	Россия, 460026, г. Оренбург, ул. Проспект Победы, д. 114, оф. 304	http://eft-agro.ru
Ленинградская область	Санкт-Петербург	ETF Agro	Система параллельного вождения	Россия, 196247, г. Санкт-Петербург, Ленинский проспект, д. 153, оф. 345	http://eft-agro.ru
Саратовская область	Саратов	ETF Agro	Система параллельного вождения	Россия, 410012, г. Саратов, ул. Рабочая, д. 145А, оф. 501. 5 этаж, БЦ «Самсон»	http://eft-agro.ru
Ставропольский край	Ставрополь	ETF Agro	Система параллельного вождения	Россия, 355042, г. Ставрополь, 1-й параллельный проезд, д. 8, оф. 208	http://eft-agro.ru
Хабаровская область	Хабаровск	ETF Agro	Система параллельного вождения	Россия, 680022, г. Хабаровск, ул. Воронежская, д. 47-А, оф. 1002 (10 эт.), БЦ "ОПОРА"	http://eft-agro.ru
Новосибирская область	Новосибирск	ETF Agro	Система параллельного вождения	Россия, 630048, г. Новосибирск, площадь им. Карла Маркса, 7, Бизнес-центр МФК «Сан	http://eft-agro.ru
Пермский край	Пермь	ETF Agro	Система параллельного вождения	Россия, 614077, г. Пермь, ул. Бульвар Гагарина, 65 а, Бизнес-центр «КЭПИТАЛ» 1 этаж	http://eft-agro.ru
Ростовская область	Ростов-на-Дону	ETF Agro	Система параллельного вождения	Россия, 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, д. 89, оф. 303	http://eft-agro.ru

Хабаровская область	Хабаровск	ETF Agro	Система параллельного вождения	Россия, 680022, г. Хабаровск, ул. Воронежская, д. 47-А, оф. 1002 (10 эт.), БЦ "ОПОРА"	http://eft-agro.ru
Московская область	Москва	АГРОштурман	Комплексные решения по точному земледелию	129128, г.Москва, ул.Малахитовая, д.27Б	http://agrosturman.ru
Саратовская область	п. Расково	АГРОштурман	Комплексные решения по точному земледелию	410506, Саратовский р-н, п. Расково, Сокурский	http://agrosturman.ru
Челябинская область	Челябинск	АГРОштурман	Комплексные решения по точному земледелию	454053, Челябинск, Троицкий тракт, д. 11 Л,	http://agrosturman.ru
Воронежская область	Воронеж	АГРОштурман	Комплексные решения по точному земледелию	394005, г. Воронеж, ул. Владимира Невского	http://agrosturman.ru
Белгородская область	Шебекино	АГРОштурман	Комплексные решения по точному земледелию	309290, Белгородская область, г. Шебекино, ул. Нежегольское шоссе, 1 (территория Шебекиноагропромтехснаба)	http://agrosturman.ru
Ленинградская область	Санкт-Петербург	Про-Ферма	Комплексные решения по точному земледелию	Санкт-Петербург, ул. Таллинская, д. 7 (станция метро "Новочеркасская")	https://www.onlinescales.ru
Краснодарский край	Краснодар	Агро-Софт	Комплексные решения по точному земледелию	350061, г. Краснодар, ул.Трудовой Славы, 25/44 тел/факс.: +7(861)237-96-98	https://www.agro-soft.info
Ставропольский край	Ставрополь	Агро-Софт	Комплексные решения по точному земледелию	355003, г. Ставрополь, ул. Краснофлотская, 66 тел/факс.: +7(861)237-96-98	https://www.agro-soft.info
Краснодарский край	Гулькевичи	Агро-Софт	Комплексные решения по точному земледелию	352193, Краснодарский край. г. Гулькевичи ул. Крестьянская, 1 Тел +7 (865) 246-45-61	https://www.agro-soft.info
Московская область	Москва	Совзонд	Космический мониторинг	115114, г. Москва, Павелецкая наб., д.2, стр.2, Деловой квартал «Loft Ville»	https://sovzond.ru
Московская область	Москва	Геокосмос	Космический мониторинг	109012 г. Москва, ул. Ильинка., д.4, "Бизнес центр "Деловой"	http://www.geokosmos.ru
Белгородская область	Белгород	ЦентрПрограммСистем	ПО	308019, г. Белгород, ул. Восточная, 71, офис 501	https://1cps.ru
Московская область	Москва	ТерраЛинк Россия	Космический мониторинг	121248, Москва, Кутузовский проспект, 12 стр 2	https://terralink.ru
Ростовская область	Ростов-на-Дону	Сириус Навигатор	Мониторинг транспорта	г. Ростов-на-Дону, ул. Ленина, Д.221/20, 2 этаж	https://www.sirius.su
Краснодарский край	Краснодар	Сириус Навигатор	Мониторинг транспорта	г. Краснодар, ул. Зиповская, д.37	https://www.sirius.su

Ростовская область	Новочеркасск	Сириус Навигатор	Мониторинг транспорта	г.Новочеркасск, ул.Буденновская, дом № 277	https://www.sirius.su
Московская область	Москва	Сириус Навигатор	Мониторинг транспорта	г. Москва, Варшавское шоссе, 148	https://www.sirius.su
Ставропольский край	Ставрополь	Сириус Навигатор	Мониторинг транспорта	г. Ставрополь, ул. Северный обход, д.11, офис 2	https://www.sirius.su
Краснодарский край	Сочи	Сириус Навигатор	Мониторинг транспорта	г. Сочи, ул. Гагарина, д.54	https://www.sirius.su
Московская область	Москва	АНТ Сервис	Комплексные решения по точному земледелию		https://ant.services/website/sections/7
Алтайский край	Барнаул	Интелагро	Комплексные решения по точному земледелию	г. Барнаул, пр. Ленина, д. 195, каб. 332Г	https://intelagro.ru/
Волгоградская область	Волгоград	Волгоралагроснаб	Комплексные решения по точному земледелию	г. Волгоград, ул. Моторная, 9	http://www.volgogradagrosnab.ru/
Республика Татарстан	Казань	Евротехнологии Татарстана	Комплексные решения по точному земледелию	г. Казань, ул. Журналистов, д. 54, офис 258 (800) 333-93-16	http://agroshop-online.ru/
Московская область	Москва	Кузница	Комплексные решения по точному земледелию	г. Москва, Дмитровское шоссе, д. 100, корпус 28 (495) 626-26-06	https://www.kuznitsa.ru/
Ставропольский край	Невинномысск	Интерлайн сервис	Комплексные решения по точному земледелию	г. Невинномысск, ул. Низяева, д. 41 8 (86554) 9-63-61	http://interlineservice.ru/
Омская область	Омск	СН-Агро	Комплексные решения по точному земледелию	г. Омск, ул. 8-я Кировская, д. 38Б 8 (950) 336-77-25	
Ростовская область	Ростов-на-Дону	Агроравигация	Комплексные решения по точному земледелию	г. Ростов-на-Дону, ул. Таганрогская, д. 117, офис 102	http://xn--80aaahdc8ac3bjv3f2f.xn--p1ai/
Ростовская область	Ростов-на-Дону	Интерра	Мониторинг транспорта	г. Ростов-на-Дону, ул. Текучева, д. 234, офис 705	https://watchit.ru/
Тамбовская область	Тамбов	Э.П.Ф.	Система параллельного вождения	г. Тамбов, ул. Ипподромная, д. 25 8 (4752) 71-56-32 8 (86553) 2-03-69	http://www.agrotambov.ru/
Краснодарский край	Тихорецк	Буккер	Система параллельного вождения	г. Тихорецк, ул. Энгельса, д. 76Д, 2 этаж 8 (86196) 7-33-75	http://bukker-kk.ru/
Тюменская область	Тюмень	76 Ойл Тюмень	Комплексные решения по точному земледелию	г. Тюмень, ул. 30 лет Победы, д. 129, офис 304 8 (3452) 62-81-47	https://www.gpstyumen.ru/

Челябинская область	Челябинск	Агродом	Система параллельного вождения	г. Челябинск, ул. Кирова, д. 165 8 (908) 574-77-00	http://www.agro-dom.com
Ленинградская область	Санкт-Петербург	Агрофизпродукт	Консультационные услуги	г.Санкт-Петербург +7(981)-727-77-86	http://www.agrophys.com
Ленинградская область	Санкт-Петербург	Агросервер	Консультационные услуги	г. Санкт-Петербург	https://agroserver.ru
Краснодарский край	Краснодар	Глонассконтроль	Мониторинг транспорта	г. Краснодар	http://глонасс23.рф
Московская область	Москва	GEOSYS	Космический мониторинг	105120 г. Москва 2-й Сыромятнический переулок, 1	https://www.geosys.com
Краснодарский край	Краснодар	БДМ-Агро	Система параллельного вождения	г. Краснодар, ул. 40 лет Победы, 39 +7 (861) 279-65-95	http://bdm-agro.ru
Саратовская область	Саратов	ОКА	Система параллельного вождения	410056, г. Саратов, ул. Рахова 61/71 +7 987-823-52-06	http://www.oka2005.ru
Чувашская Республика	Чебоксары	ЧувашАгроКомплект	Комплексные решения по точному земледелию	428022, г. Чебоксары, Хозяйственный проезд, д.3	http://chuvashagrokomplekt.ru
Тамбовская область	Тамбов	Центр ГИС-технологий и точного земледелия в ФГБОУ ВО «ТГУ имени Г.Р. Державина»	Консультационные услуги	г. Тамбов, Комсомольская пл., д.5, ауд.427	
Ленинградская область	Санкт-Петербург	Смартинтех	Космический мониторинг	г. Санкт-Петербург Блокина 20/7 оф. 22Н	http://www.smartintech.ru
Ставропольский край	Ставрополь	Эверест	Система параллельного вождения	г. Ставрополь, Старомарьевское шоссе, 32	http://everest-agro.ru
Новосибирская область	Новосибирск	ЛТЦ Аэросоюз	Система параллельного вождения	г. Новосибирск, ул. Сиреневая, 19, офис 111	http://www.aerounion.ru
Курганская область	Курган	Корпорация ведущих технологий	Система параллельного вождения	г. Курган, пр-т Машиностроителей, д. 27, корпус 1	https://gps45.ru/services/tochnoe-zemledelie
Иркутская область	Иркутск	Техпросервис	Система параллельного вождения	г. Иркутск	http://tehproservis.ru
Омская область	Омск	СибирьМ	Система параллельного вождения	г. Омск ул. 27-я Северная, д. 48 офис 229	http://tahnavi.ru
Челябинская область	Миасс	НашПромМаш	Система параллельного вождения	г.Миасс, ул.Привокзальная, д.19	http://1c-74.ru
Московская область	Москва	Джи Пи Эс Ком	Комплексные решения по точному земледелию	109387, Москва, ул. Люблинская, д. 42, Бизнес-Центр "Люблинская", оф. 509	http://gpscom.ru

Орловская область	Орел	Agri 2.0 Precision Farming	Комплексные решения по точному земледелию	г. Орел, ул. Красина, д. 7, оф. 17 +7 4862 59 69 61	http://agri2.ru/
Краснодарский край	Краснодар	Agri 2.0 Precision Farming	Комплексные решения по точному земледелию	г. Краснодар, ул. Баканская, д. 73, оф. 41	http://agri2.ru/
Липецкая область	Липецк	Agri 2.0 Precision Farming	Комплексные решения по точному земледелию	г. Липецк, пр-т. Победы, д. 29, оф. 408 +7 4742 55 60 51	http://agri2.ru/
Оренбургская область	Оренбург	Кампус	Система параллельного вождения	Россия, г. Оренбург, ул. Аксакова, д 8/9, оф. 101	http://xn--80aajzlbekgt.xn--p1ai/
Краснодарский край	Краснодар	АТЭК-С	Система параллельного вождения	350061, г. Краснодар ул. Заводская 32, оф. 203	https://atekec.ru
Московская область	Москва	ГЕОСалют	БПЛА	г. Москва, улица Угрешская, дом 2, корпус 23	http://www.geosalut.ru/
Воронежская область	Воронеж	Агроцентр	Система параллельного вождения	143050, Московская область, Одинцовский район, д. Малые Вяземы, ул. Петровский проезд, владение 2, строение 2	http://www.agrozentr.ru
нет адреса	нет адреса	Агрокурс холдинг	Система параллельного вождения		http://agro-gps.ru

Рисунок 4.1 – Анализ рынка

5 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОСЕВА РИСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

С целью освоения новых технологий по выращиванию, сохранению и уборке урожая, центр прогнозирования и мониторинга совместно с ВНИИ риса (г. Краснодар) проявляют инициативу и прилагают усилия по привлечению и объединению передовых коллективов к участию в опытно экспериментальных работах. В том числе, на проведение опытных работ, связанных с дистанционным мониторингом посевных площадей на основе применения БПЛА. В таком сотрудничестве, принимает участие Государственный университет по землеустройству (г. Москва), который в свое время готовил специалистов для дистанционного зондирования земли и в настоящее время обладает необходимыми ресурсами для выполнения соответствующих задач.

БПЛА с вертикальным взлетом и посадкой (в основном это семейство коптеров, которое можно классифицировать по количеству двигателей, собственной массе, полезной нагрузке, параметрам и продолжительности полетов) играют важную роль для получения оперативной информации и картографических материалов на территорию, небольших участков, отдельных полей, либо хозяйств внушительных размеров и сложных конфигураций. С помощью малых, недорогостоящих БПЛА можно выявить на отдельных участках пашни недостаточную обработку удобрениями или иные серьезные огрехи при возделывании полей. Применение БПЛА в сельском хозяйстве позволяет осуществлять видеоконтроль над территорией полета на высотах от нескольких сантиметров до нескольких сотен метров в реальном режиме времени и одновременно производить фиксацию на видео и фото. Полученную информацию обрабатывают и преобразовывают в необходимые виды и формы для дальнейшего применения.

Материалы видео и фотосъемок позволяют:

– создавать цифровые карты полей в виде ортофото и векторных планов;

– создавать карту уклонов полей;

– определять площади контуров;

– определять индекс NDVI;

– проводить инвентаризацию сельхозугодий;

– вести оперативный мониторинг состояния посевов;

– оценивать всхожести сельскохозяйственных культур и их развитие;

– прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур;

– вести экологический мониторинг сельскохозяйственных земель;

– оценивать объемы работ и контролировать их выполнение и др.

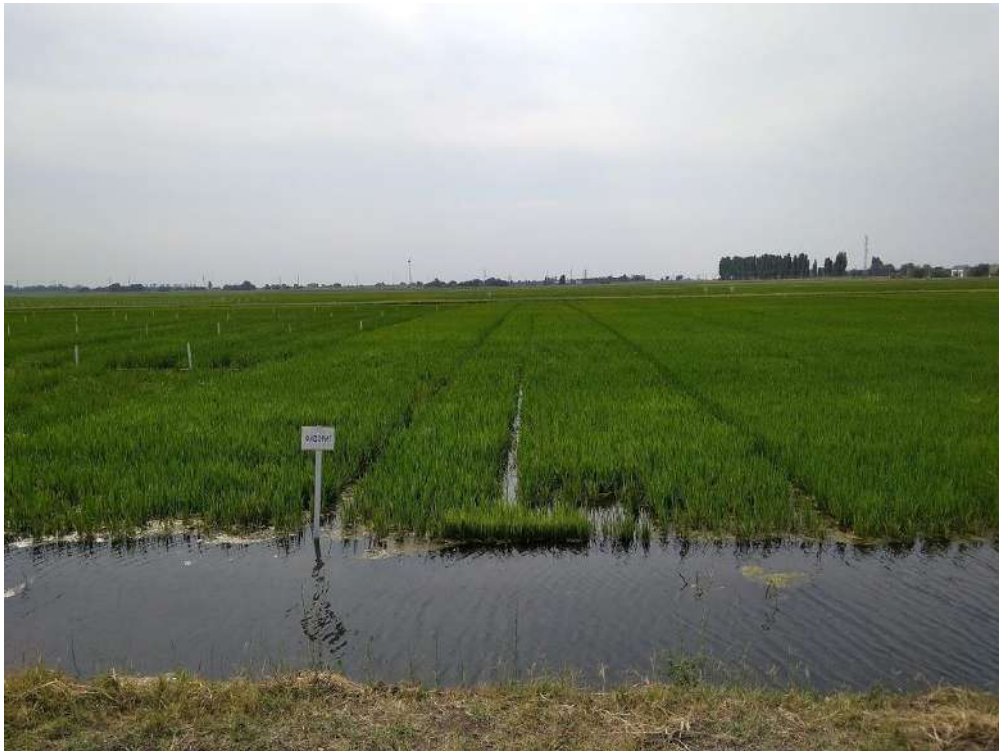
В 2018 г. на полях ВНИИ риса проводились сравнительные испытания рядкового посева риса сеялками СН-16 и КЛЕН-1.5П (собрана в Кубанском ГАУ) с использованием наземных методов измерений и дистанционного зондирования (рисунок 5.1).

Рисунок 5.1 – Сравниваемые сеялки: СН-16 – слева; КЛЕН-1.5П – справа

Сеялка для размножения КЛЕН-1.5П имеет электромеханический высевающий аппарат, позволяющий в автоматическом режиме производить посев и выгрузку оставшихся семян.

Длина участка под посев каждой сеялкой составляла 80 м. Использовался сорт риса – «Фаворит», норма высева которого составляла 180 кг/га.

Фото всходов на 60 день после посева представлены на рисунке 4.2.



а

б

Рисунок 5.2 – Фото всходов риса на 60 день (15.07.2018 г.) после посева сеялкой: *а* – СН-16; *б* – КЛЕН-1.5П

Проводились наземные измерения подсчета количества всходов на 1 м и высоты всходов (рисунок 5.3).

а

б

Рисунок 5.3 – Наземные измерения:
а – количества всходов на 1 м; *б* – высоты всходов

Сравнительный анализ качественных показателей посева сеялками СН-16 и КЛЕН-1.5П представлен в таблице 5.1.

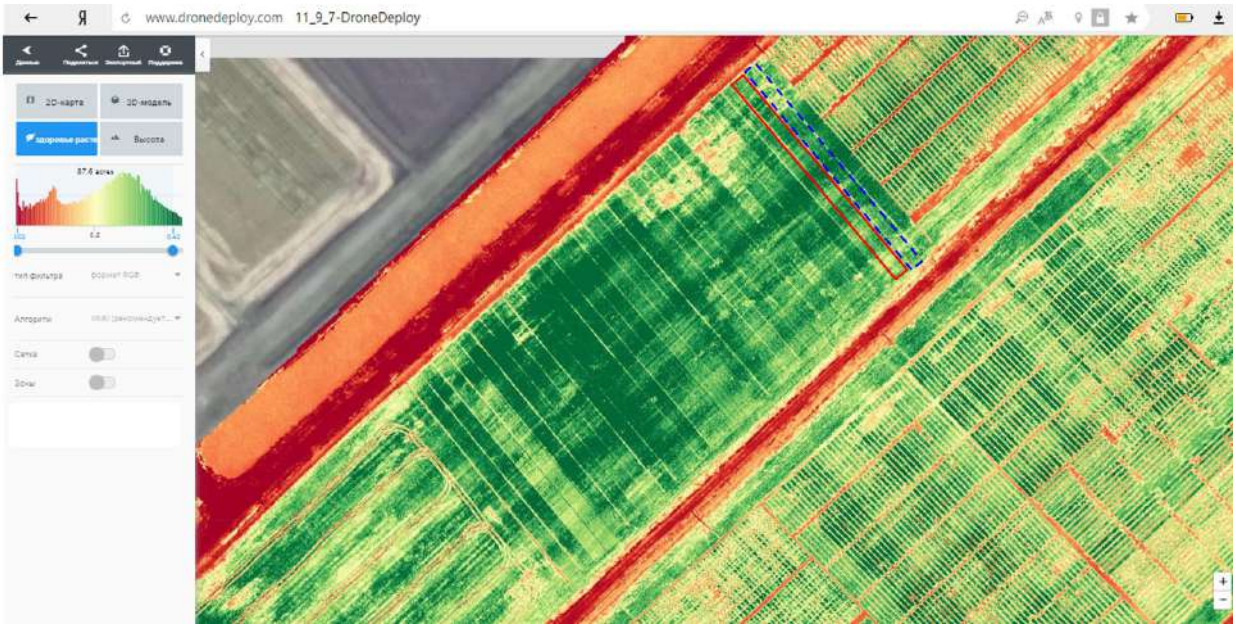
Таблица 5.1 – Сравнительные результаты

Название культуры	Среднее значение $\overline{X}$	Стандартное отклонение S	Коэффициент вариации v, %	Ошибка выборочной средней $S_{\overline{X}}$	Относительная ошибка выборочной средней $S_{\overline{X}}$ %
Сеялка СН-16					
Количество всходов на 1 м, шт	43,6	7,4	17,0	0,8	1,9
Высота всходов, мм	51,8	3,7	7,1	0,4	0,7
Сеялка КЛЕН-1.5П					
Количество всходов на 1 м, шт	67,1	4,0	6,0	0,4	0,7
Высота всходов, мм	60,1	3,9	6,5	0,4	0,6

Для отслеживания развития риса в процессе вегетации и сравнения результатов, полученных наземными измерениями, использовался беспилотный летательный аппарат DJA Phantom 4 PRO. Высота полета составляла 70 м.

Снимки всходов на 58 день (12.07.2018 г.) показаны на рисунке 5.4.

а



б

Рисунок 5.4 – Снимки посевов риса сеялками СН-16 и КЛЕН-1.5П (программа DroneDeploy): *а* – 2D карта; *б* – Plant Health

Продольные изображения высоты растений на участках, полученные в программе Global Mapper 19.1 в ближней инфракрасной зоне, обрабатывались в программе КОМПАС-3D (рисунок 5.5).

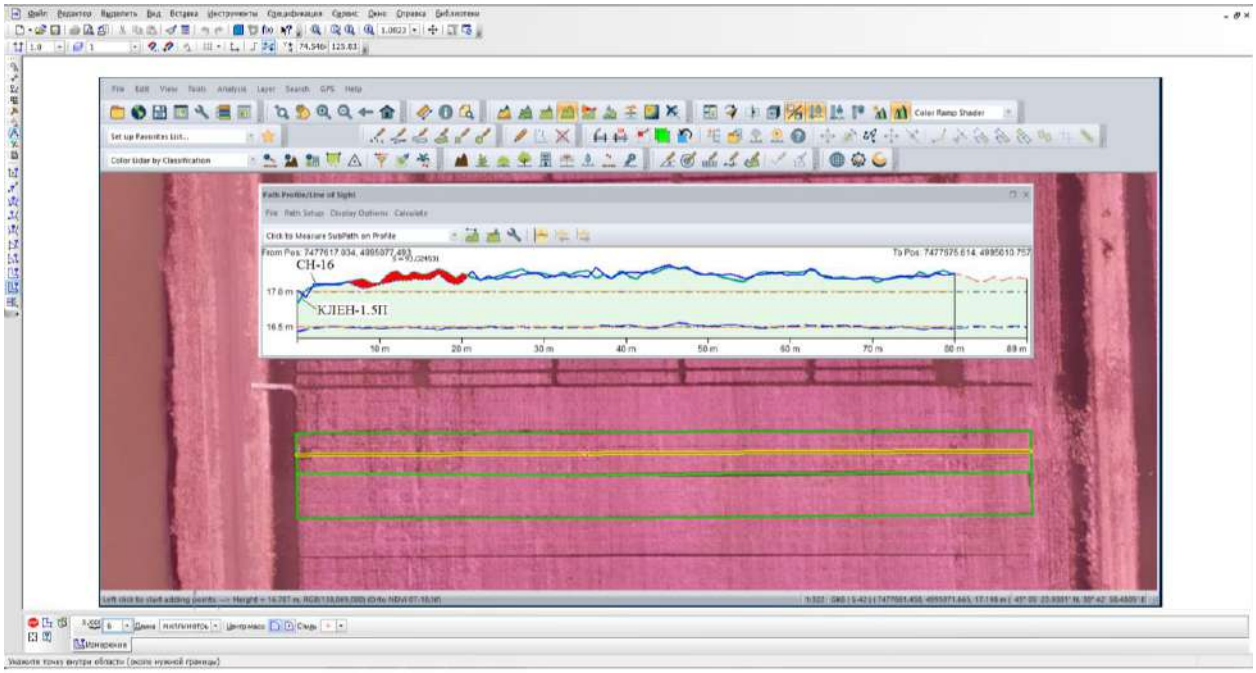


Рисунок 5.5 – Обработка полученных изображений в программе КОМПАС-3D

Аналитическое выражение высоты растений, после посева сеялкой СН-16 имеет вид $y = -2{,}4e^{-4}x^2 + 0{,}08x + 0{,}4$, сеялкой КЛЕН-1.5П – $y = -1{,}99e^{-4}x^2 + 0{,}06x + 6{,}98$. Причем площади продольных участков длиной 80 м между данными графиками, определенные в программе КОМПАС-3D показывают превышение в 2,3 раза (КЛЕН-1.5П). Сравнение средней высоты стеблей поперечных участков на каждом метре показывают также превышение площадей в 5 раз.

Для обработки изображений Plant Health двух участков по сеялкам СН-16 и КЛЕН-1.5П (рисунок 5.6), полученных в программе DroneDeploy использовалась программа Mathcad 15. Длина участков составляла 80 м, ширина – 5 м.

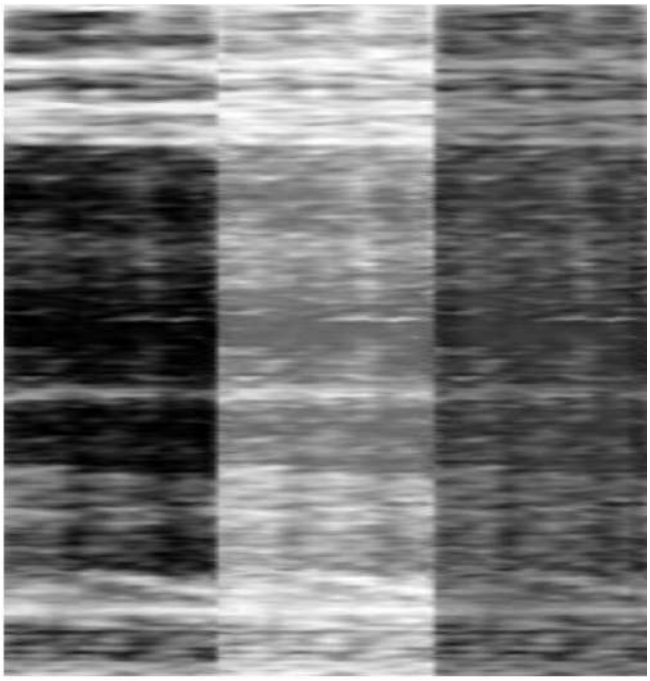
а

б

Рисунок 5.6 – Изображения Plant Health участков, посеянных сеялками:
а – СН-16; *б* – КЛЕН-1.5П

Алгоритм обработки изображений заключался в следующем. Обрабатывали исходную информацию в виде фотографий с расширением .jpg, указав путь нахождения этих фотографий $M := READRGB("d:\CH.jpg")$ и присвоим им идентификатор «M».

Далее выполнялась оцифровка фотографии с помощью оператора «READRGB». В результате получили массив, состоящий из трех подмассивов, которые представляют красный, зеленый и синий компоненты цветного изображения в виде плотности каждого цвета, находящихся в пределах от 0 до 255 (рисунок 5.7).



M

Рисунок 5.7 – Массив M

Вычисляли размер полученного массива.

Общее количество столбцов в массиве M (Дьяконов, 2000):

$cols(M) = 90$.

Число столбцов в массиве цвета:

$w := \frac{cols(M)}{3}$; $w = 30$.

Число строк общее:

$rows(M) = 637$.

Рассмотрим матрицу G зеленого цвета, т. к. она наиболее наглядно указывает разницу цветов развития растений.

Оператором «submatrix» выделяем из массива M массив G, несущий информацию плотности зеленого цвета. После этого определяем размеры полученного массива G.

Применяя оператор cols(G) и rows(G) определим размеры полученного массива G.

$G := \mathrm{submatrix}(M, 1, \mathrm{rows}(M), w + 1, 2 \cdot w)$;

$zp := \mathrm{mean}(G)$ – среднее значение плотности G;

$zp = 169.113$;

$ni := \mathrm{rows}(G)$;

$nj := \mathrm{cols}(G)$;

$ni = 637$;

$nj = 30$.

Получили плотность массива зеленого цвета и элементы цифровой матрицы (1):

G =

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	229	228	231	226	229	231	235	238	235	222	205	186	169
2	222	220	226	223	228	233	236	240	237	227	213	197	179
3	221	219	226	225	229	234	236	236	236	232	221	204	195
4	229	223	226	226	233	238	235	236	239	242	239	221	221
5	225	212	215	222	229	234	231	227	235	242	240	231	229
6	234	219	202	206	219	227	225	221	227	235	239	227	239
7	222	205	194	190	202	213	208	206	205	205	202	208	202
8	222	203	200	198	206	211	204	197	191	183	179	176	167
9	230	212	211	215	215	203	189	176	166	158	157	139	138
10	236	220	212	214	208	196	176	159	145	135	132	138	136
11	228	211	199	196	192	184	167	150	130	118	114	136	130
12	212	188	183	182	182	178	169	151	135	128	130	143	137
13	201	175	177	179	179	173	164	150	137	141	151	160	160
14	194	189	180	189	181	173	174	167	155	146	152	178	…

(5.1)

Оператором «submatrix» выделяли в данном массиве G наиболее ярко выраженные места по плотности зеленого цвета, близкие к «255» выражающего не развитые растения. Получили массив G1 (2):

$$G1 = \begin{pmatrix} 250 & 255 & 255 & 255 & 248 \\ 249 & 255 & 255 & 255 & 249 \end{pmatrix}. \qquad (5.2)$$

Далее определяли среднее значение кода плотности светлого цвета в массиве G1 и количество пикселей, находящихся в выбранном диапазоне, зная размеры данной матрицы, определяем процентное содержание не развитых растений (KOL).

Таким образом, полученные результаты показывают меньшее количество не развитых растений в 2,5 раза на участке, посеянном сеялкой КЛЕН-1.5П.

Анализ развития растений в программе Global Mapper 19.1 подтверждает полученные данные. На рисунке 5.8 холодные тона характеризуют менее высокий растительный покров, теплые тона – более высокий. В целом, судя по тональности, на нижнем участке растительность более развитая.

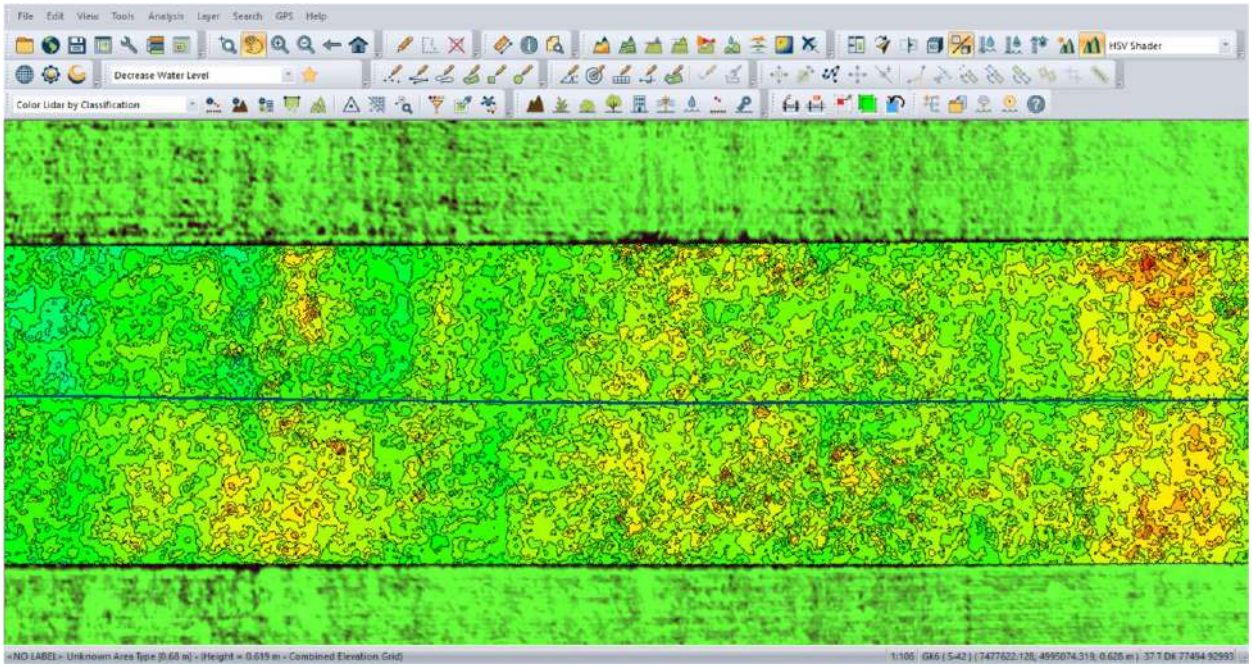
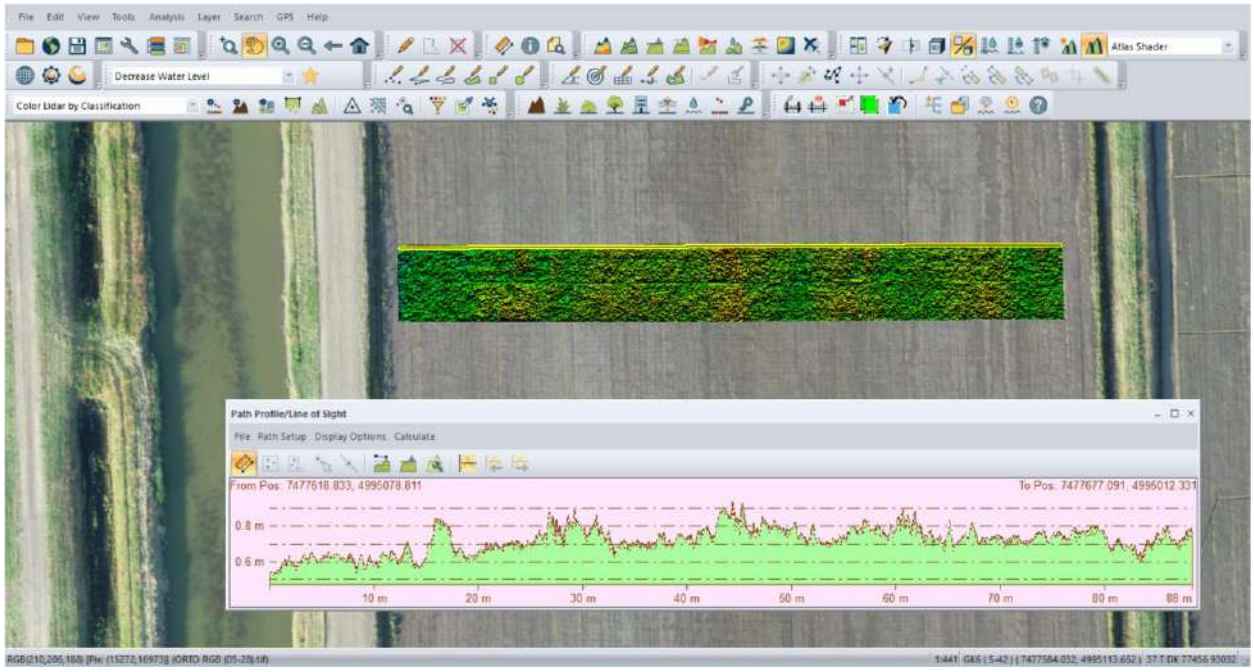
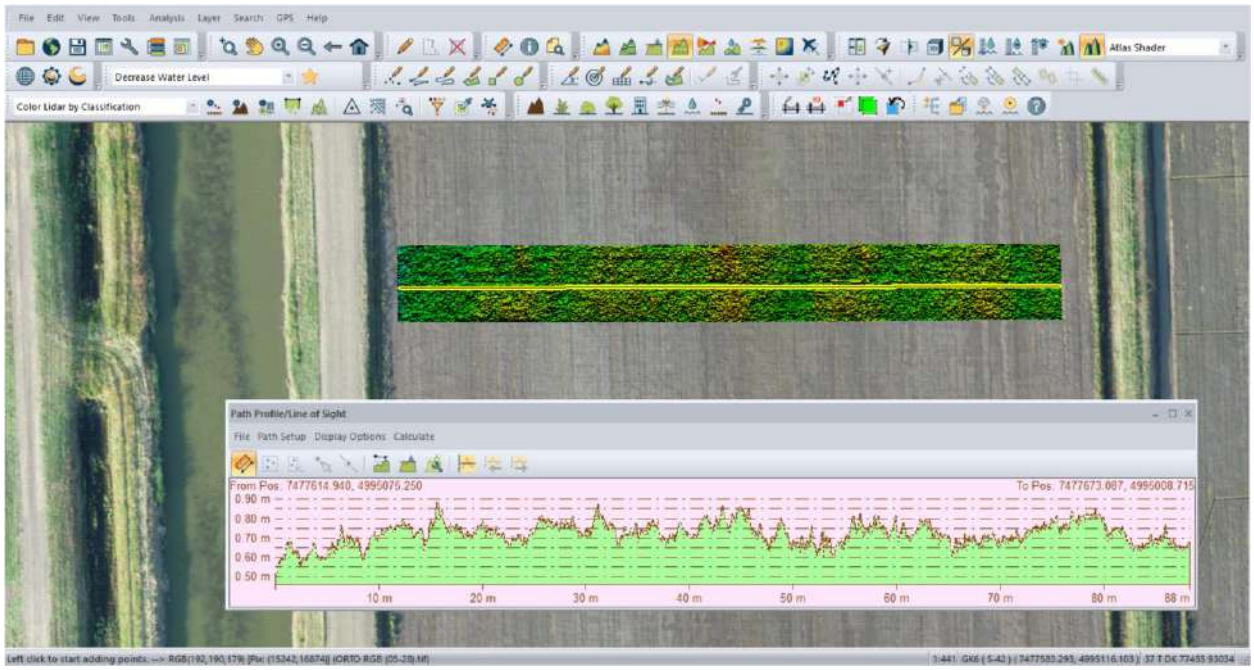


Рисунок 5.8 – Сравнение развития растений в программе Global Mapper 19.1 участков: СН-16 – сверху; КЛЕН-1.5П – снизу

На рисунке 5.9 представлены сравнения продольных высот растений в абсолютных значениях, полученных в программе Global Mapper 19.1.



а



б

Рисунок 5.9 – Сравнение высоты растений, полученных на участках, посеянных сеялками: а – СН-16; б – КЛЕН-1.5П

Уборка посеянных участков осуществлялась 10 октября 2018 г. комбайном DKC 685.

Сравнивая результаты статистической обработки данных высоты стеблей риса перед уборкой можно заметить, что данный показатель у риса, посеянного сеялкой КЛЕН-1.5П на 2 % больше, по длине метелки на 6 % (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Результаты статистической обработки данных высоты стеблей и длины метелки риса перед уборкой

Сеялка	Статистические показатели									
	среднее арифметическое значение $\overline{X}$, см		стандартное отклонение S, см		коэффициент вариации v, %		ошибка выборочной средней $S_{\overline{X}}$, см		относительная ошибка выборочной средней $S_{\overline{X}}$ %	
	высота стеблей	длина метелки	высота стеблей	длина метелки	высота стеблей	длина метелки	высота стеблей	длина метелки	высота стеблей	длина метелки
СН-16	93	17	6	0,7	6	4	0,6	0,2	0,6	0,2
Клен-1.5П	95	18								

В таблице 5.3 представлен сравнительный анализ участков, посеянных испытываемыми сеялками.

Таблица 5.3 – Сравнительный анализ двух участков

Показатель	Участок, посеянный сеялкой	
	СН-16	Клен-1.5П
Длина участка, м	80	80
Ширина участка, м	5,2	4,2
Площадь участка, м^2 (га)	416 (0,0416)	336 (0,0336)
Урожайность, ц/га	74	86

Обобщая результаты сравнительного анализа качественных показателей работы сеялок при посеве риса с использованием дистанционного зондирования земли можно резюмировать, что после посева сеялкой КЛЕН-1.5П по сравнению с СН-16:

– время посева одного прохода сокращается на 12 %;

– время выгрузки семян из бункера уменьшилось на 24 %;

– количество всходов на 1 м на 53 % больше при одной норме высева семян;

– высота растений на 17 % (перед уборкой 2 %) больше;

– длина метелки перед уборкой на 6 % больше;

– урожайность на 12 ц/га больше.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Выполнена актуализация фактического состояния нормативно-правовой документации в области точного сельского хозяйства, автоматизации и роботизации.

http://foresight.kubsau.ru/upload/iblock/d37/d377ab5ff952b4fffdc91e3f30e1f171.pdf

2. Изучено и выполнен анализ состояния современного рынка технологического оборудования и тенденций развития в области точного сельского хозяйства, автоматизации и роботизации. Выполнен анализ более 139 компаний в области точного сельского хозяйства из 36 регионов, 55 городов.

На основании анализа использования элементов точного земледелия по количеству хозяйств на основании анализа 52 регионов в лидерах находятся Краснодарский край (189 хозяйств), Воронежская область (182 хозяйства), Нижегородская область (144 хозяйства). По общей площади на которой используются элементы точного земледелия – Воронежская область (1129164 га), Краснодарский край (962981 га), Омская область (921293 га).

Большая часть экспертов в классическом понимании считает точное земледелие прежде всего связанно с дифференцированным внесением удобрений. Среди лидеров по использованию этой технологии можно выделить Краснодарский край (54 хозяйства), Воронежская область (51 хозяйство), Белгородская область (30 хозяйств).

Наилучшие результаты по использованию точного животноводства по количеству хозяйств – Свердловская область (83 хозяйства), Республика Башкортостан (68 хозяйств), Удмуртская республика (67 хозяйств); по поголовью КРС – Омская область (218054), Свердловская область (151250), Воронежская область (119363).

По повышению квалификации в изучаемой области – Забайкальский край (35 хозяйств), Новосибирская область (29 хозяйств), Краснодарский

край (20 хозяйств); Республика Башкортостан (500 человек), Забайкальский край (479 человек), Тамбовская область (209 человек).

3. Изучено использование элементов точного земледелия в аграрных вузах РФ.

Рейтинг ВУЗов по использованию в учебном процессе дисциплин, связанных с точным земледелием: Кубанский ГАУ (на 3 факультетах, по 6 направлениям подготовки, общий объем 684 часов); Омский ГАУ (на 2 факультетах, по 4 направлениям подготовки, общий объем 864 часов); Рязанский ГАТУ ГАУ (на 2 факультетах, по 2 направлениям подготовки, общий объем 828 часов).

4. Выполнена оценка научно-технологических тенденций и их индикаторов развития РФ.

На основании **анкетирования** можно резюмировать следующее:

– цифровая экономика будет являться новой технологической основой для социальной и экономической сферы РФ – **да** (считают **90 %** экспертов);

– цифровое сельское хозяйство будет способствовать производству сельскохозяйственной продукции в сквозной цифровой среде «от поля до прилавка» – **да** (**80 %**);

– цифровое сельское хозяйство создаст условия для перехода к индустрии с минимизацией посредников и торговой наценки – **да** (**73 %**);

– объем отчетности снизится при использовании цифровых технологий в АПК – **да** (**50 %**);

– цифровизация процессов производства и сопровождения товарных потоков создаст возможность системного аккумулирования торговых партий для экспорта продукции АПК – **да** (7**0 %**);

– цифровая инвентаризация и мониторинг земель повысят уровень контроля состояния и использования земель сельскохозяйственного назначения – **да** (**92 %**);

– цифровизация сельскохозяйственного производства в целом повысит эффективность управления отраслью – **да** (**97 %**);

– цифровизация повысит качество жизни в сельских территориях – **да** (**46 %**);

– цифровизация поможет снизить влияние сельского хозяйства на изменение климата – **нет** (**46 %**);

– цифровизация позволит вовлечь в с.–х. производство работников новых профессий – **да** (**95 %**);

– необходимо ли стимулирование внедрения цифровых технологий через государственную поддержку сельхозтоваропроизводителей – **да** (**95 %**);

– применение технологий нового поколения способно увеличить производительность мирового сельского хозяйства в среднем на 70 % к 2050 г. – **затрудняюсь ответить** (**48 %**);

– компетенции для цифрового сельского хозяйства в настоящее время востребованы рынком – **да** (**73 %**);

– нужны ли в аграрных ВУЗах кафедры по цифровизации сельского хозяйства – **да** (**83 %**);

– в настоящее время отсутствуют образовательные технологии подготовки специалистов для цифрового сельского хозяйства – **да** (**76 %**);

– для подготовки специалистов данного направления отсутствуют высококвалифицированные преподаватели в аграрных ВУЗах – **да** (**74 %**).

5. Представлены результаты разработки основных учебно-методических подходов к оценке основных научно-технологических параметров развития точного земледелия и точного животноводства.

http://foresight.kubsau.ru/upload/iblock/19d/19d98ddab07b42dd6941ee60065d7782.pdf

http://foresight.kubsau.ru/upload/iblock/b61/b618d3fddb26682d260b6b652d6eecb5.pdf

6. Выполнена актуализация прогноза о перспективных направлениях технологического развития АПК РФ в области цифрового сельского хозяйства.

Обобщая результаты **по важности реализации** технологических трендов в 2019–2030 гг. получим:

– внедрение технологии подвижной и фиксированной связи 5G в городах с численностью населения более 1 млн. чел. – важность **высокая** (считают **46 %** экспертов), средняя (считают **46 %** экспертов);

– обеспечение покрытия широкополосным интернетом (4G, 5G, Wi-fi) земель сельскохозяйственного назначения – **высокая** (**60 %**);

– построение федеральной сети узкополосной связи по технологии LPWAN для сбора и обработки телематической информации – **высокая** (**60 %**);

– сквозная система информационного обеспечения в сфере сельского хозяйства, будут оцифрованы все циклы сельхозпроизводства – **высокая** (**69 %**);

– система прослеживаемости отдельных видов продукции с использованием блокчейна – **высокая** (**49 %**);

– система прослеживаемости семенного материала и продукции животноводства с использованием блокчейна – **высокая** (**68 %**);

– системы сквозной прослеживаемости от производства продукции до прилавка с использованием блокчейна – **высокая** (**56 %**);

– цифровизация технологий селекции и семенного фонда – **высокая** (**71 %**);

– цифровизация технологий генетического фонда животноводства – **высокая** (**74 %**);

– цифровые цепочки для поддержки логистики снабжения и сбыта продукции с параллельно происходящими процессами цифровизации транспорта и логистики, обмена информацией, получаемой с транспортных средств – **высокая** (**67 %**);

– использование преимущественно отечественного программного обеспечения государственными органами, органами местного самоуправления и организациями – **высокая** (**60 %**);

– создание глобальной конкурентоспособной инфраструктуры передачи, обработки и хранения данных преимущественно на основе отечественных разработок – **высокая** (**68 %**);

– обеспечение подготовки высоквалифицированных кадров для цифрового сельского хозяйства – **высокая** (**79 %**).

Обобщая результаты **по предполагаемым срокам появления (внедрения)** технологических трендов в 2019–2030 гг. получим:

– внедрение технологии подвижной и фиксированной связи 5G в городах с численностью населения более 1 млн. чел. – **2021-2025 гг.** (считают **71 %** экспертов);

– обеспечение покрытия широкополосным интернетом (4G, 5G, Wi-fi) земель сельскохозяйственного назначения – **2021-2025 гг.** (**46 %**);

– построение федеральной сети узкополосной связи по технологии LPWAN для сбора и обработки телематической информации – **2021-2025 гг.** (**50 %**);

– сквозная система информационного обеспечения в сфере сельского хозяйства, будут оцифрованы все циклы сельхозпроизводства – **2021-2025 гг.** (**38 %**), **2026-2030 гг.** (**37 %**);

– система прослеживаемости отдельных видов продукции с использованием блокчейна – **2021-2025 гг.** (**55 %**);

– система прослеживаемости семенного материала и продукции животноводства с использованием блокчейна – **2021-2025 гг.** (**52 %**);

– системы сквозной прослеживаемости от производства продукции до прилавка с использованием блокчейна – **2021-2025 гг.** (**53 %**);

– цифровизация технологий селекции и семенного фонда – **2021-2025 гг.** (**53 %**);

– цифровизация технологий генетического фонда животноводства – **2021-2025 гг.** (**55 %**);

– цифровые цепочки для поддержки логистики снабжения и сбыта продукции с параллельно происходящими процессами цифровизации транспорта

и логистики, обмена информацией, получаемой с транспортных средств – **2021-2025 гг. (60 %)**;

– использование преимущественно отечественного программного обеспечения государственными органами, органами местного самоуправления и организациями – **2021-2025 гг. (48 %)**;

– создание глобальной конкурентоспособной инфраструктуры передачи, обработки и хранения данных преимущественно на основе отечественных разработок – **2021-2025 гг. (40 %)**;

– обеспечение подготовки высоквалифицированных кадров для цифрового сельского хозяйства – **2021-2025 гг. (55 %)**.

7. Выполнено развитие аналитического модуля сайта центра http://foresight.kubsau.ru. Аналитический модуль сайта является неотъемлемой частью системы управления контентом и реализуется на базе CMS 1C-Bitrix. Задачами модуля являются обеспечение системы ввода данных анкет, их настройка, управление правами пользователей; реализация конструктора анкет; обеспечение системы отображения отчетов, включая их экспорт в форматах xlsx и pdf; реализация конструктора отчетов. Аналитический модуль обеспечит простой интерфейс для реализации полного цикла: формирование анкеты – сбор данных – конструирование отчета – выходные формы отчета. К настоящему моменту это реализовано в полуавтоматическом режиме. Предполагается использование аналитического модуля также для выгрузки данных в иные информационные системы и приложения – соц. сети, мессенджеры и т. д. Для этого необходимо разработать форматы обмена данными и обеспечить реализацию выгрузки в них (как в ручном, так и автоматическом режиме). Тестовую эксплуатацию предполагается выполнить в мессенджере Telegram, в котором будет создан бот для размещения новостей сайта и аналитических отчетов.

8. Реализован первый этап разработки модуля «База знаний по точному сельскому хозяйству» (реализация основных структур хранения, адаптация к существующей системе управления контентом). Основная задача модуля

«База знаний по точному сельскому хозяйству» заключается в формировании источника верифицированных данных в области точного сельского хозяйства, реализации системы удобной подачи материалов пользователям через различные каналы (сайт, мессенджеры, RSS, электронная почта и другие). На первом этапе разработки предложена разработка и реализация основных структур хранения данных на базе CMS 1C-Bitrix, реализация методов загрузки данных в систему (ручной режим, полуавтоматический режим), реализации системы тегирования материалов, реализации системы фильтров и поиска материалов на сайте, реализация системы размещения материалов на сайте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. АгроНТИ – технологии для развития агробизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://agronti.belapk.ru.
2. АгроТехнология 2.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://glonasssoft.ru/solutions/at2_0.
3. Ардентов А. А., Бесчастный И. Ю., Маштаков А. П. и др. Алгоритм вычисления положения БПЛА с использованием системы машинного зрения // Программные системы: теория и приложения. № 3, 2012. С. 23–29.
4. Ассоциация БПЛА в Японии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.juav.org.
5. Блохина С. Ю. Применение дистанционного зондирования в точном земледелии // Вестник Российской сельскохозяйственной науки, 2018. № 5.
6. БПЛА в Израиле [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://uavcoach.com.
7. Визильтер Ю.В. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения: курс лекций и практических занятий / Ю.В. Визильтер [и др.] – М.: Физматиз, 2010. – 671 с.
8. Википедия / свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://ru.wikipedia.org.
9. Воронков В.Н., Воронков И.В. Специальное программное обеспечение для контроля и управления производством сельскохозяйственной продукции: учебно-методическое. – М.: ФГБОУ «РИАМА», 2014. – 20 с.
10. Воронков В.Н. Воронков И.В. Сравнительный анализ технических, эксплуатационных и экономических характеристик устройств параллельного вождения сельхозтехники: учебно-методическое пособие. – М.: Минсельхоз РФ, ФГБОУ «РИАМА», 2015. – 23 с.
11. Воронков В.Н. Проектирование единой геоинформационной платформы на основе данных ДЗЗ / В.В. Самойлов, В.Н. Воронков, Т.Н. Тян, И.В. Воронков А.А. Данилкин, Н.И. Ефимов, В.Н. Пантелеймонов // Труды XLVI Чтений К.Э. Циолковского.– 2012. – С. 21–32.
12. Воронков И.В. Методы обнаружения сорняков, болезней и вредителей растений по данным дистанционного зондирования / И.В. Воронков, И.М. Михайленко // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2016. –Т.13.– № 3.– С. 72–83.
13. Воронков И. В. Разработка методов и аппаратно-программных средств автоматизированного мониторинга и контроля выполнения посевных работ: дисс. … канд. техн. наук. – Москва, 2018. – 147 с.
14. Генеральное управление гражданской авиации Индии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://dgca.nic.in.
15. ГОСТ Р 56084-2014. Глобальная навигационная спутниковая система. Система навигационно-информационного обеспечения координатного земледелия. Термины и определения [Текст]. – Введ. 2015–03–01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 6 с.

16. ГОСТ Р 60.0.0.1-2016. Роботы и робототехнические устройства. Общие положения [Текст]. – Введ. 2018–01–01. – М. : Стандартинформ, 2016. – 7 с.

17. Гришин А.П., Гришин А.А., Свентицкий И.И., Обыночный А.Н. Универсальный биофотометр-эксергометр оптического излучения // Плодоводство и Ягодоводство России. – 2012. – Т. 33. – С. 93–99.

18. Департамент транспорта США [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.transportation.gov.

19. Жалнин Э. В. Методологические аспекты механизации производства зерна в России. – М.: Полиграф сервис, 2012. – 368 с.

20. Журнал «Агроинвестор» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.agroinvestor.ru.

21. Завражнов А. И. Практикум по точному земледелию / А. И. Завражнов, М. М. Константинов, А. П. Ловчиков [и др.]. – СПб. : Лань, 2015. – 224 с.

22. Законодательство Японии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://dronelawjapan.com.

23. Законы в интернете [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.gesetze-im-internet.de.

24. Издательский дом Connect [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.connect-wit.ru.

25. Измайлов А.Ю., Гришин А.П., Гришин А.А., Гришин В.А. Интеллектуальная система управления электроприводным энергосредством // Труды международной научно-технической конференции Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. – 2014. – Т. 5. – С. 61–64.

26. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Инновационные механизированные технологии и автоматизированные технические системы для сельского хозяйства. Сборник научных докладов ВИМ – М.:2012. т. 1. с. 31-44.

27. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Смирнов И.Г., Хорт Д.О. Актуальные проблемы создания новых машин для промышленного садоводства // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. № 3. С. 20-23.

28. Измайлов А. Ю. Концепция развития системы оперативного управления и предупредительной диагностики технического состояния автотранспортных и других мобильных технических средств / А. Ю. Измайлов, А. А. Артюшин, И. Г. Смирнов, Н. М. Марченко, Г. И. Личман, Н. Е. Евтюшенков, Л. А. Марченко, В. Хорошенков, ВИМ. – 2014.

29. Измайлов А. Ю. Точное земледелие – проблемы и пути решения / А. Ю. Измайлов, Г. И. Личман, Н. М. Марченко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – №5.– С. 9–14.

30. Инженерный центр Геомир [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.geomir.ru.

31. Инновационная техника для животноводства (по материалам Международной выставки «Euro Tier-2012»): науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 208 с.

32. Интеллектуальные технические средства АПК : учеб. пособие / Е. В. Труфляк, Е. И. Трубилин. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 266 с.

33. КБ Панорама [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://gisinfo.ru.

34. Компания Fendt [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fendt.com.

35. Комплексная механизация свиноводства и птицеводства : Учебное пособие / В. Ю. Фролов, В. П. Коваленко, Д. П. Сысоев. – СПб. : Издательство «Лань», 2016 – 176 с.

36. Корейское управление гражданской авиации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://koca.go.kr.

37. Машков С. В. Использование инновационных технологий координатного (точного) земледелия в сельском хозяйстве Самарской области : монография / С. В. Машков, В. А. Прокопенко, М. Р. Фатхутдинов [и др.]. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2016. – 200 с.

38. Машины и технологии в молочном животноводстве : Учебное пособие / В. Ю. Фролов, Д. П. Сысоев, С. М. Сидоренко. – СПб. : Издательство «Лань», 2017 – 305 с.

39. Меньшаев Р. А. Анализ показателей и устройств для картографирования полей / Р. А Меньшаев, С. А. Подымов, Т. С. Гриднева // Вклад молодых ученых в аграрную науку : мат. Международной науч.-практ. конф. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2015. – С. 227-231.

40. Методические рекомендации по подготовке отчетов о патентном обзоре (патентный ландшафт) – Утверж. 2017–01–23. – М. : Роспатент, 2017. – 16 с.

41. Минсельхоз России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://mcx.ru.

42. Министерство инфраструктуры и окружающей среды Нидерланд [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.ilent.nl.

43. Министерство сельского хозяйства США [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.usda.gov.

44. Министерство транспорта Великобритании [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://maailm.tk.

45. Министерства экологии, устойчивого развития, транспорта и жилищного строительства Франции [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr.

46. Национальная ассоциация участников рынка робототехники [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://robotunion.ru.

47. Нугманов С. С. Методы и технические средства для измерения твердости почвы в координатном земледелии : монография / С. С. Нугманов, С. И. Васильев, Т. С. Гриднева. – Самара, 2009. – 168 с.

48. Нугманов С. С. Новые устройства для агрооценки почвы / С. С. Нугманов, С. И. Васильев, А. В. Иваськевич, Т. С. Гриднева // Сельский механизатор. – 2011. – № 11. – С. 10-11.

49. Нугманов С. С. Определение показателей состояния почвы в точном земледелии / С. С. Нугманов, С. И. Васильев, А. В. Иваськевич, Т. С. Гриднева // Роль молодых ученых в реализации национального проекта «Развитие АПК : сб. мат. Международной науч.-практ. конф. МГАУ им. В. П. Горячкина. – М., 2007. – С. 67-70.

50. Нугманов С. С. ТЗ: обнадеживающие перспективы / С. С. Нугманов, С. И. Васильев, М. В. Сазонов // Сельский механизатор, 2007. – № 3. – С. 22.

51. План мероприятий («дорожная карта») «Аэронет» Национальной технологической инициативы.

52. Правительство Канады. Транспорт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.tc.gc.ca.

53. Пестунов И. А. Автоматизированная оценка всходов сельскохозяйственных культур по данным съемки с беспилотных летательных аппаратов / И. А. Пестунов, П. В. Мельников, С.А. Рылов // Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием «Применение средств дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве». – Санкт-Петербург : Агрофизический научно-исследовательский институт, 2018. – С. 253–260.

54. Применение средств химизации в системе точного земледелия. (Методические рекомендации). Под общей редакцией д.т.н., проф. Артюшина А.А. – Москва : ФГБНУ ВИМ, 2015. – 81 с.

55. Руководство по информации и услугам всех правительств Нидерланд [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://wetten.overheid.nl.

56. Рунов Б. А. Основы технологии точного земледелия. Зарубежный и отечественный опыт. – 2-е изд., исправ. и дополн. / Б. А. Рунов, Н. В. Пильникова. – СПб. : АФИ, 2012. – 120 с.

57. Ситуационные центры [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.ситцентр.рф.

58. Служба гражданской авиации Греции [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://uas.hcaa.gr.

59. СоХабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://sohabr.net.

60. Спутниковый мониторинг объектов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://glonasssoft.ru.

61. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации: указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642. – 2016. – 24 с.

62. Техническое обеспечение точного земледелия : лаб. практикум / Е. В. Труфляк, Е. И. Трубилин. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 169 с.

63. Технологии, машины и оборудование для координатного (точного) земледелия / В. Ф. Федоренко, В. И. Балабанов и др. : учебник. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 240 с.

64. Точное земледелие : учеб. пособие / Е. В. Труфляк, Е. И. Трубилин, В. Э. Буксман, С. М. Сидоренко. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – 376 с.

65. Точное сельское хозяйство (Precision Agriculture) : учеб.-практ. пособие / под ред. Д. Шпаара, А. В. Захаренко, В. П. Якушева. – СПб. : Пушкин, 2009. – 397 с.

66. Труфляк Е. В. Мониторинг и прогнозирование научно-технологического развития АПК в области точного сельского хозяйства, автоматизации и роботизации / Е. В. Труфляк, Н. Ю. Курченко, Л. А. Дайбова, А. С. Креймер, Ю. В. Подушин, Е. М. Белая. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 199 с.

67. Труфляк Е. В., Трубилин Е. И. Точное земледелие: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2017. – 376 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

68. Управление гражданской авиацией Австралии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.casa.gov.au.

69. Управление гражданской авиацией Великобритании [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.caa.co.uk.

70. Управление гражданской авиации Израиля [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://caa.gov.il.

71. Управление гражданской авиацией Норвегии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://luftfartstilsynet.no.

72. Федеральное авиационное управление Германии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.lba.de.

73. Федеральное управление гражданской авиации США [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.faa.gov.

74. Федеральное управление гражданской авиации Швейцарии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.bazl.admin.ch.

75. Федоренко В. Ф. Информационные технологии в сельскохозяйственном производстве: научный аналитический обзор / В. Ф. Федоренко. – Москва: ФГБНУ «Росиформагротех», 2014. – 223 с.

76. Федоренко В. Ф. Интеллектуальные системы в сельском хозяйстве: науч. аналит. обзор / В. Ф. Федоренко, В. Я. Гольтяпин, Л. М. Колчина. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 156 с.

77. Филиппов Р.А., Хорт Д.О. Оптимизация конструкции технических средств для ручного сбора ягод земляники // Сборник научных докладов ВИМ. – 2012. – Т. 1. – С. 467–472.

78. Шеуджен А. Х., Бондарева Т. Н., Тенеков А. А. Пгрохимическое обследование почв и составление картограмм. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – 44 с.

79. Austro Control [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.austrocontrol.at.

80. Benjamin CE, Mailander MP, Price RR (2001) Sugar cane yield monitoring system. ASAE Paper No. 011189. St. Joseph, MI: ASABE.

81. Bora GC, Ehsani R, Lee KH, Lee WS (2006) Development of a test rig for evaluating a yield monitoring system for citrus mechanical harvesters. In Pro-

ceedings 4th World Congress Conference on Computers in Agriculture and Natural Resources, p. 84–88. Orlando, FL. July 24–26.

82. Case IH [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.caseih.com.

83. Cerri DGP, Magalhães PG, (2005) Sugar cane yield monitor. ASAE Paper No. 051154. St. Joseph, MI: ASABE.

84. Chen Y., Chao K., Kim M., 2002. Machine vision technology for agricultural applications. Computers and Electronics in Agriculture 36. – 173–191.

85. Cropio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ttps://about.cropio.com/ru.

86. Darpas [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.darpas.nl.

87. Davina Fillingham. Precision agriculture: In the field and beyond the farm gate. The application of precision farming technologies for rural land and asset management / A Nuffield Farming Scholarships Trust. – 2014. – 107 с.

88. Dale Steele. Analysis of Precision Agriculture Adoption & Barriers in western Canada / Producer Survey of western Canada. – Canada, 2017. – 53 с.

89. Drone industry insights [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.droneii.com.

90. Font Davinia, Tresanchez Marcel, Martínez Dani, Moreno Javier, Clotet Edu-ard and Palacín Jordi. Vineyard Yield Estimation Based on the Analysis of High Resolution Images Obtained with Artificial Illumination at Night. Sen-sors 2015, 15, 8284-8301.

91. FoodNet [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.nti2035.ru.

92. Giuliani R., Magnanini E., Fragassa C., Nerozzi F., 2000. Ground monitoring the light shadow windows of a tree canopy to yield canopy light interception and morphological traits. Plant Cell Environment 23. – 783–796.

93. Hall Andrew. Forecasting grape yield with high spatial resolution optical re-mote sensing. Fruit, Nut and Vegetable Production Engineering Symposium, 5-9 January 2009 (Concepciyn, Chile), pp. 33-40.

94. Hermann J. Heege. Precision in Crop Farming. Site Speci c Concepts and Sensing. Methods: Applications and Results. Springer Science+Business Media Dordrecht 2013. – 361.

95. Hrvatska kontrola zračne plovidbe [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.crocontrol.hr.

96. IAA [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.iaa.ie.

97. James A. Taylor, Luis Sánchez, Brent Sams, Luke Haggerty, Rhiann Jakubowski, Sarah Djafour, Terence R. Bates Evaluation of a commercial grape yield monitor for use mid-season and at-harvest Vol. 50, No 2 (2016): Journal international des sciences de la vigne et du vin Received: 10 June 2016; Accepted : 10 June 2016; Published : 27 July 2016 DOI: http://dx.doi.org/10.20870/oeno-one.2016.50.2.784.

98. JOZ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.joz.nl.

99. Kise M., Zhang Q., Rovira M.s F., 2005. A Stereovision-based crop row detection method for tractor-automated guidance. Biosystems Engineering 90 (4). – 357–367.

100. Leea W.S., Alchanatisb V., Yangc C., Hirafuji M., Moshoue D., Lif C. Sensing technologies for precision specialty crop production Computers and Electronics in Agriculture. – 2010. С. 2–33.

101. Leblanc, S.G., Chen, J.M., Fernandes, R., Deering, D.W., Conley, A., 2005. Methodology comparison for canopy structure parameters extraction from digital hemispherical photography in boreal forest. Agricultural and Forest Meteorology 129. – 187–207.

102. Lin T.-T., Hsiung Y.-K., Hong G.-L., Chang H.-K., Lu F.-M.,. Development of a virtual reality GIS using stereo vision. Computers and Electronics in Agriculture 63. – 2008.

103. Molin JP, Menegatti LAA (2004) Field-testing of a sugar cane yield monitor in Brazil. ASAE Paper No. 041099. St. Joseph, MI: ASABE.

104. Moshou, D., Bravo, C., West, J., McCartney, A., Ramon, H., 2004. Automatic detection of ‘yellow rust’ in wheat using reflectance measurements and neural networks. Comput. Electron. Agric. 44 (3), 173–188.

105. Pelletier G, Upadhyaya SK (1999) Development of a tomato load/yield monitor. Computers andElectronics in Agriculture 23(2): 103–117.

106. Precision agriculture and the future of farming in Europe / Technical Horizon Scan. – Brussels, European Union, 2016. – 274 с.

107. Precision agriculture in rice production // Implementation & Grower Insights. – Australia, 2016. – 44 с.

108. Precision agriculture technology for crop farming / Edited by Qin Zhang. – Washington State University Prosser, Washington, USA, 2016. – 382 с.

109. Precision agriculture technology for crop farming / Edited by Qin Zhang. – Washington State University Prosser, Washington, USA, 2016. – 382 с.

110. Robotrends [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://robotrends.ru.

111. Precision agriculture and the future of farming in Europe / Scientific Foresight Study. – Brussels, European Union, 2016. – 38 с.

112. Qarallah B, Shoji K, Kawamura T (2008) Development of a yield sensor for measuring individual weights of onion bulbs. Biosystems Engineering Vol. 100: 511–515.

113. Research and development in agricultural robotics: A perspective of digital farming / Redmond Ramin Shamshiri, Cornelia Weltzien, Ibrahim A. Hameed, Ian J. Yule, Tony E. Grift, Siva K. Balasundram, Lenka Pitonakova, Desa Ahmad, Girish Chowdhary // Int J Agric & Biol Eng. Vol. 11 No.4 – 2018. – 14 с.

114. Rosa UA, Upadhyaya SK, Josiah M, Koller M, Mattson M, Pelletier MG (2000) Analysis of a tomato yield monitor. Transactions of the ASAE 43(6): 1331–1339.

115. Rosell J.R., Llorens J., Sanz R., Arn. J., Ribes-Dasi M., Masip J., Escol. A., Camp F., Solanelles F., Gr.cia F., Gil E., Val L., Planas S., Palac.n J., 2009a. Obtaining the three-dimensional structure of tree orchards from remote 2D terrestrial LIDAR scanning. Agricultural and Forest Meteorology 149. – 1505–1515.

116. Rosell J.R. Sanz R. A review of methods and applications of the geometric characterization of tree crops in agricultural activities. Computers and Electronics in Agriculture 81. – 2012. – 124–141.

117. Rovira-M.s F., Zhang Q., Reid J., 2005. Creation of Three-dimensional Crop Maps based on aerial stereoimages. Biosystems Engineering 90 (3). – 251–259.

118. Protz, R.,S.J. Sweeney, and C. Fox. 1992. An application of spectral image analysis to soil micromorphology, 1. Methods of analysis. Geoderma, 53(3-4): 275–287.

119. Saeedeh Taghadomi-Saberi, Abbas Hemmat. Improving field management by machine vision - a review. September, 2015. Agric Eng Int: CIGR Journal Open access at http://www.cigrjournal.org Vol. 17, No. 3.

120. Transport styrelsen [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.transportstyrelsen.se.

121. Upadhyaya SK, Shafii MS, Garciano LO (2006) Development of an impact type electronic weighing system for processing tomatoes. ASAE Paper No. 061190. St. Joseph, MI: ASABE.