



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
дополнительного профессионального образования
«Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса»

РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА:

решением административного совета
ФГБОУ ДПО РАКО АПК
от «11» сентября 2026 г.
протокол № 21

УТВЕРЖДЕНА:

Приказом ректора
ФГБОУ ДПО РАКО АПК
от «15» февраля 2026 г. № 229-А
Е.А. Ижмулкина



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Применение беспилотных авиационных систем для решения агрономических задач растениеводства»

Общий объем: 72 часа

Москва, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	3
1.1 Цель реализации программы	3
1.2 Основные характеристики	3
1.3 Содержание профессиональной программы.....	4
1.4 Планируемые результаты обучения.....	5
2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.....	13
2.1 Учебный план.....	13
2.2. Календарный учебный график.....	18
2.3. Учебно-тематический план.....	21
2.4. Рабочие программы учебных дисциплин (модулей).....	30
2.5. Формы аттестации.....	33
2.6. Оценочные и методические материалы.....	34
2.7. Материально-технические условия.....	41

1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1 Цель реализации программы

Цель:

- повышение слушателями компетенций, необходимых для выполнения профессиональной деятельности, а также повышение квалификации, позволяющей разрабатывать, эксплуатировать и обслуживать БАС применяемых для решения агрономических задач растениеводства.

В результате освоения программы повышения квалификации планируется формирование профессиональных компетенций:

ПК-1. Способен разрабатывать техническое задание на применение БАС для мониторинга процесса развития растений в течение вегетации, условий их возделывания и качества выполнения технологических операций растениеводческими бригадами;

ПК-2. Способен осуществлять сбор информации для разрабатывать агротехнические мероприятий возделывания сельскохозяйственных культур с применением БВС и управления реализацией технологического процесса производства продукции растениеводства;

ПК-3. Способен выполнить экономическое обоснование применения БАС для совершенствования и повышения эффективности технологий выращивания продукции растениеводства;

ПК-4. Способен разрабатывать план полетов БАС авиационных работ (АХР) с учетом нормативно-правовых основ, метеорологической, орнитологической и аэронавигационной обстановки, устройства и назначения БВС.

1.2 Основные характеристики

Программа разработана в соответствии со следующими нормативными-правовыми актами:

- Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20 сентября 2021 года N 644н;

- Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14.09.2022 № 526н;

- Распоряжением Правительства РФ от 21.06.2023 №1630-р «Стратегия развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года».

- Постановление Правительства Российской Федерации от 11.03.2010 № 138 «Об утверждении Правил использования воздушного пространства Российской Федерации»;

- Федерального закона от 31.07.2020 № 258-ФЗ «Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации»;

- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 3 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»;

1	Общий объем программы:	72 академических часа, включая все виды контактной и самостоятельной учебной работы. Продолжительность обучения – 2 недели. Режим занятий: не более 8 часов в день.
2	Целевая аудитория (категория обучающихся):	- руководители, агрономы, сотрудники агропредприятий, студенты и аспиранты, желающие повысить свои профессиональные знания применения БАС в области растениеводства. - студенты и аспиранты аграрных вузов, желающих получить новые компетенции для работы в сфере АПК.
3	Форма обучения:	Очная, с применением дистанционных образовательных технологий
4	Образовательные технологии:	дистанционные образовательные технологии и электронное обучение, индивидуальное обучение, информационно-коммуникационные технологии
5	Вступительные испытания:	не предусмотрены
6	Документ о квалификации:	лицам, успешно освоившим программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается документ о квалификации – Удостоверение о повышении квалификации.

1.3 Содержание профессиональной программы

Теоретическая подготовка – формирует основу знаний, знакомит с терминологией и устройствами. Обучающиеся осваивают методики пилотирования и программирования маршрутов беспилотников; устройство и принцип работы БПЛА; методики и методы обработки данных, полученных с беспилотников, для мониторинга и диагностики посевов; технологии использования БПЛА для анализа состояния почвы, обнаружения заболеваний растений и борьбы с вредителями; современные технологии и перспективы применения агродронов в аграрной индустрии.

Практическая подготовка – подготовка практических полётов на БВС предназначенных для решения агрономических задач, составление маршрутов и формирование заявки на ИВП в специализированных ПО, тренировка полётов на симуляторе. Анализ метеорологической и аэронавигационной обстановки в районе выполнения работ. В практическую подготовку входит также обучение управлению техникой, обработке изображений, навигации и защите растений.

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

1.4 Планируемые результаты обучения

Функциональная карта вида профессиональной деятельности

Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 20 сентября 2021 года N 644н;

Обобщенная трудовая функция	А. Выполнение работ в рамках разработанных технологий возделывания сельскохозяйственных культур
Трудовая функция	А/01.5. Организация работы растениеводческих бригад в соответствии с технологическими картами возделывания сельскохозяйственных культур
Трудовые действия	- Оперативный контроль качества выполнения технологических операций растениеводческими бригадами; - Принятие мер по устранению выявленных в ходе контроля качества технологических операций дефектов и недостатков.
Трудовая функция	А/02.5. Контроль процесса развития растений в течение вегетации
Трудовые действия	- Оценка состояния сельскохозяйственных культур, в том числе в стрессовых условиях, для определения мероприятий по повышению их устойчивости; - Определение видового состава сорных растений и степени засоренности посевов, запаса семян сорных растений в почве с целью совершенствования системы защиты растений от сорняков; - Определение видового состава вредителей, плотности их популяций, вредоносности и степени повреждения растений с целью совершенствования системы защиты растений от вредителей; - Проведение комплексной (почвенной и растительной) диагностики питания растений с целью совершенствования системы применения удобрений;
Обобщенная трудовая функция	В. Организация производства продукции растениеводства
Трудовая функция	В/01.6. Разработка системы мероприятий по производству продукции растениеводства
Трудовые действия	- Сбор информации, необходимой для разработки элементов системы земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур; - Подготовка технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур в части, касающейся агрономии, на основе разработанных технологий для организации рабочих процессов.
Трудовая функция	В/02.6 Управление реализацией технологического процесса производства продукции растениеводства
Трудовые действия	- Общий контроль реализации технологического процесса производства продукции растениеводства в соответствии с разработанными технологиями возделывания сельскохозяйственных культур.

Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с

максимальной взлетной массой 30 кг и менее», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 14.09.2022 № 526н;

Обобщенная трудовая функция	А. Эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно массой 10 килограммов и менее, применяемых в условиях прямой визуальной видимости, вне зон с ограничениями, на высоте до 150 метров
Трудовая функция	А/01.3. Подготовка к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее
Трудовые действия	- Ознакомление с ограничениями в районе выполнения полета беспилотным воздушным судном с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее по маршруту (трассе) с использованием цифровых платформ полетно-информационного обслуживания; - Оценка метеорологической, орнитологической и аэронавигационной обстановки в районе выполнения полетов беспилотным воздушным судном с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее; - Подготовка программы полета беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее и ее загрузка в бортовой навигационный комплекс (автопилот) беспилотного воздушного судна (при наличии) с использованием цифровых технологий.
Обобщенные трудовые функции	В. Эксплуатация беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой от 10 килограммов до 30 килограммов
Трудовая функция	В/01.3 Подготовка к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее
Трудовые действия	- Подбор и подготовка картографического материала; - Ознакомление с ограничениями в районе выполнения полета по маршруту (трассе); - Оценка метеорологической, орнитологической и аэронавигационной обстановки в районе выполнения полетов беспилотным воздушным судном с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.

Требования к результатам обучения

Соотношение с трудовыми функциями	Результаты обучения
ПК-1. Способен разрабатывать техническое задание на применение БАС для мониторинга процесса развития растений в течение вегетации, условий их возделывания и качества выполнения технологических операций растениеводческими бригадами.	
А/01.5. Организация работы растениеводческих бригад в соответствии с технологическими	Знать: - правила работы со специализированными электронными информационными ресурсами и геоинформационными системами, используемыми при планировании и проведении контроля развития растений;

картами возделывания сельскохозяйственных культур	- визуальные и количественные методы определения общего состояния посевов, полевой всхожести, густоты стояния, перезимовки озимых и многолетних культур; - методы оценки состояния посевов с использованием и беспилотных летательных аппаратов; - правила использования спутниковых и наземных систем навигации при проведении контроля развития растений; - способы анализа и обработки информации, полученной в ходе процесса развития растений; - правила работы со специальным программным обеспечением, в том числе мобильными приложениями, используемыми при планировании и проведении контроля развития растений; - состав, функции и возможности использования информационных и телекоммуникационных технологий в профессиональной деятельности при планировании и проведении контроля развития растений; - правила работы с компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при планировании и проведении контроля развития растений; - требования охраны труда в части, регламентирующей выполнение трудовых обязанностей. Уметь: - пользоваться специализированными электронными информационными ресурсами и геоинформационными системами при планировании и проведении контроля развития растений; - выбирать методы контроля состояния сельскохозяйственных культур, фитосанитарного состояния посевов, состояния почв; - использовать качественные и количественные методы оценки состояния посевов; - определять степень засоренности посевов глазомерным (визуальным) и количественным методом; - пользоваться специальным оборудованием для дистанционного мониторинга развития сельскохозяйственных растений; - пользоваться спутниковыми и наземными системами навигации, дистанционного зондирования и техническими средствами для геопозиционирования в ходе проведения контроля развития растений; - пользоваться компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при планировании и проведении контроля развития растений. Владеть: - навыками оперативного контроля качества выполнения технологических операций растениеводческими бригадами; - методикой принятия мер по устранению, выявленных в ходе контроля качества технологических операций дефектов и недостатков.
А/02.5. Контроль процесса развития растений в течение вегетации	Знать: - правила работы со специализированными электронными информационными ресурсами, используемыми для разработки

	системы мероприятий по производству продукции растениеводства; - организационно-хозяйственные, химические и биологические методы защиты растений; - правила работы со специальным программным обеспечением при разработке системы применения удобрений и системы защиты растений, технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур; - правила работы с компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при разработке системы мероприятий по производству продукции растениеводства; - требования охраны труда в части, регламентирующей выполнение трудовых обязанностей. Уметь: - пользоваться специализированными электронными информационными ресурсами и геоинформационными системами при разработке системы мероприятий по производству продукции растениеводства; - определять набор и последовательность реализации приемов обработки почвы под различные сельскохозяйственные культуры для создания заданных свойств почвы с минимальными энергетическими затратами; - пользоваться специальным программным обеспечением для разработки системы применения удобрений и системы защиты растений, технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур; - пользоваться компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при разработке системы мероприятий по производству продукции растениеводства. Владеть: - методами оценки состояния сельскохозяйственных культур, в том числе в стрессовых условиях, для определения мероприятий по повышению их устойчивости; - методами определения видового состава сорных растений и степени засоренности посевов, запаса семян сорных растений в почве с целью совершенствования системы защиты растений от сорняков; - методами определения видового состава вредителей, плотности их популяций, вредоносности и степени повреждения растений с целью совершенствования системы защиты растений от вредителей; - методами проведение комплексной (почвенной и растительной) диагностики питания растений с целью совершенствования системы применения удобрений.
ПК-2. Способен осуществлять сбор информации для разрабатывать агротехнические мероприятия возделывания сельскохозяйственных культур с применением БВС и управления реализацией технологического процесса производства продукции растениеводства	

В/01.6. Разработка системы мероприятий по производству продукции растениеводства	Знать: - правила работы со специализированными электронными информационными ресурсами, используемыми для разработки системы мероприятий по производству продукции растениеводства; - организационно-хозяйственные, химические и биологические методы защиты растений; - правила работы со специальным программным обеспечением при разработке системы применения удобрений и системы защиты растений, технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур; - правила работы с компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при разработке системы мероприятий по производству продукции растениеводства; - требования охраны труда в части, регламентирующей выполнение трудовых обязанностей. Уметь: - пользоваться специализированными электронными информационными ресурсами при разработке системы мероприятий по производству продукции растениеводства; - определять набор и последовательность реализации приемов обработки почвы под различные сельскохозяйственные культуры для создания заданных свойств почвы с минимальными энергетическими затратами; - пользоваться специальным программным обеспечением для разработки системы применения удобрений и системы защиты растений, технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур; - пользоваться компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при разработке системы мероприятий по производству продукции растениеводства; Владеть: - способами сбора информации, необходимой для разработки элементов системы земледелия и технологий возделывания сельскохозяйственных культур; - методикой технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур в части, касающейся агрономии, на основе разработанных технологий для организации рабочих процессов.
В/02.6 Управление реализацией технологического процесса производства продукции растениеводства	Знать: - правила работы со специализированным программным обеспечением для агроменеджмента на базе геоинформационных систем - принципы определения оптимальных размеров и контуров полей на местности - правила использования специального оборудования и программного обеспечения при реализации технологий точного (прецизионного) земледелия

	- правила работы со средствами дистанционного наблюдения при осуществлении контроля хода уборки, послеуборочной доработки сельскохозяйственной продукции и закладки ее на хранение; - требования охраны труда в части, регламентирующей выполнение трудовых обязанностей. Уметь: - пользоваться специализированными электронными информационно-аналитическими ресурсами при управлении реализацией технологического процесса производства продукции растениеводства; - пользоваться специальным программным обеспечением для агроменеджмента на базе геоинформационных систем, учета запасов и использования органических, минеральных удобрений, ядохимикатов в производстве; - определять оптимальные размеры и контуры полей на местности с учетом зональных особенностей территории; - пользоваться спутниковыми и наземными системами навигации, дистанционного зондирования и техническими средствами для геопозиционирования в ходе освоения севооборотов; - пользоваться специальным оборудованием и программным обеспечением при реализации технологий точного (прецизионного) земледелия; - пользоваться средствами дистанционного наблюдения для осуществления контроля хода уборки, послеуборочной доработки сельскохозяйственной продукции и закладки ее на хранение; - пользоваться компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при управлении реализацией технологического процесса производства продукции растениеводства. Владеть: - способами контроля реализации технологического процесса производства продукции растениеводства в соответствии с разработанными технологиями возделывания сельскохозяйственных культур.
ПК-3. Способен выполнить экономическое обоснование применения БАС для совершенствования и повышения эффективности технологий выращивания продукции растениеводства	
D/01.7 Разработка стратегии развития растениеводства в организации	Знать: - правила работы с геоинформационными системами при планировании, прогнозировании, моделировании производства продукции растениеводства; - точное (прецизионное) земледелие; - методы расчета экономической эффективности применения технологических приемов, удобрений, средств защиты растений, новых сортов; - современные достижения в области цифровых технологий, которые могут быть применены в растениеводстве;

	- правила работы с компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при разработке стратегии развития растениеводства в организации Уметь: - пользоваться геоинформационными системами и программными комплексами при планировании, прогнозировании (моделировании) производства продукции растениеводства; - обосновывать эффективность точного (прецизионного) земледелия в конкретных природно-экономических условиях; - пользоваться компьютерными и телекоммуникационными средствами в профессиональной деятельности при разработке стратегии развития растениеводства в организации; Владеть: - навыками выбора направлений совершенствования и повышения эффективности технологий выращивания продукции растениеводства на основе научных достижений, передового опыта отечественных и зарубежных производителей; - методиками расчета экономической эффективности применения технологических приемов, удобрений, средств защиты растений, новых сортов; - методиками планирования системы автоматизации процессов менеджмента в растениеводстве.
ПК-4. Способен разрабатывать план полетов БАС авиационных работ (АХР) с учетом нормативно-правовых основ, метеорологической, орнитологической и аэронавигационной обстановки, устройства и назначения БВС	
А/02.3 Управление (контроль) полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 10 килограммов и менее	Знать: - нормативные правовые акты, регламентирующие порядок использования воздушного пространства РФ, производства полетов БПЛА; - порядок производства полетов БПЛА в сегрегированном воздушном пространстве; - основы аэронавигации, аэродинамики, метеорологии в объеме, необходимом для выполнения безопасного полета БПЛА; - требования эксплуатационной документации, летно-технические характеристики и эксплуатационные ограничения беспилотного воздушного судна; - правила ведения радиосвязи; - технология выполнения авиационных работ, характеристики используемых веществ и оборудования; - порядок действий для недопущения посторонних лиц БПЛА; - правила ведения и оформления полетной и технической документации, требования к ведению и оформлению полетной и технической документации, в том числе в электронном виде с использованием сервисов цифрового журналирования операций - ответственность за нарушение правил использования воздушного пространства, безопасной эксплуатации воздушного судна

	Уметь: - осуществлять дистанционное пилотирование и (или) контроль параметров полета; - распознавать и контролировать факторы угроз и ошибок при выполнении полетов; - определять пространственное положение беспилотного воздушного судна с использованием элементов наземной станции управления; - принимать меры по обеспечению безопасного выполнения полета БПЛА; - принимать меры по недопущению посторонних лиц к беспилотной авиационной системе; - оформлять полетную и техническую документацию, в том числе в цифровом виде с использованием специализированных сервисов. Владеть: - пониманием ситуаций ограничений в районе выполнения полета беспилотным воздушным судном по маршруту (трассе) с использованием цифровых платформ полетно-информационного обслуживания; - навыками оценки метеорологической, орнитологической и аэронавигационной обстановки в районе выполнения полетов беспилотным воздушным судном; - методами подготовки программы полета беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной в бортовой навигационный комплекс (автопилот) беспилотного воздушного судна (при наличии) с использованием цифровых технологий.
--	--

2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

2.1 Учебный план

№	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ, ДИСЦИПЛИН, ТЕМ	ВСЕГО ЧАСОВ	в том числе			
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
Модуль 1	Целевые потребности и возможности применения беспилотных летательных аппаратов в деятельности агронома	16	10	0	0	6
1.1	Классификация задач применения БАС в АПК. Мониторинг. Основные виды задач по мониторингу. Требования к качеству изображений. Примеры практического применения. Обработка. Виды обработок. Традиционные способы обработок. Возможности БПЛА, позволяющие компенсировать недостатки. Сфера применения БАС для обработки.	2	1			1
1.2	Специфика использования агродронов в зависимости от возделываемой культуры. Перечни задач, целесообразных для применения БАС. Практические кейсы. Перспективные задачи.	3	2			1
1.3	Современные подходы к управлению минеральным питанием растений и применение БПЛА. Методы определения потребности в удобрениях: по фазам развития; по визуальным признакам; по результатам анализов (почва, листья). Современные технологии внесения удобрений: дифференцированное внесение; интеграция данных с цифровых карт; применение техники с GPS. Применение БПЛА (Мультиспектральная съёмка для выявления дефицита элементов питания; создание карт для дифференцированного внесения удобрений; контроль качества после обработки; мониторинг динамики изменений в течение сезона). Практические кейсы.	3	2			1

1.4	Применение средств защиты растений. Современные технологии применения СЗР. Направления и целесообразность применения БПЛА. Технические особенности применения СЗР. Обзор полезной нагрузки. Практические кейсы.	3	2			1
1.5	Биологические методы обработки. Энтомофаги, бактериальные, грибковые, вирусные, нематодные, протравители и стимуляторы. Особенности применения БАС. Особенности хранения, транспортировки и применения биологических материалов. Принципы совместимости при создании комплексных составов биологических и минеральных компонентов.	3	2			1
1.6	Экономический анализ эффективности БАС в агрономии: модели, показатели, экономические сценарии в зависимости от возделываемой культуры.	2	1			1
Мод уль 2	Технические особенности использования БАС. Теория выполнения полетов БАС	8	5	0	0	3
2.1	Типы, классификация и назначение БАС при использовании в АПК (БПЛА мультироторного, самолётного и гибридного типа). Базовые классы задач для каждого типа БАС. Импортные и отечественные модели, подходящие для решения этих задач. Основные характеристики используемого оборудования. Полётные характеристики и ограничения с точки зрения агротехнологий. Максимальная высота и дальность полёта (продолжительность работы, грузоподъёмность, влияние погодных условий, ограничения по законодательству).	2	1			1
2.2	Теория планирования и выполнения полётов. Учет требований агрономов при выполнении агроопераций. Понятие агроциклов и агросроков. Производительность БАС разного типа при выполнении операций. Основные метрики, применяемые агрономами. Применимость различных типов БВС для различных задач агрономов.	3	2			1

2.3	Подготовка к полёту: выбор маршрута и зон съёмки/обработки; проверка аккумуляторов и оборудования; подготовка ПО. Виды полётных заданий: автоматические миссии по маршрутам; ручное управление; комбинированные режимы. Принципы построения полётных карт. Учёт внешних факторов: ветер; температура; освещённость, рельеф местности.	3	2			1
Мод уль 3	Нормативно-правовое регулирование и требования безопасности использования БАС в сельском хозяйстве	9	5,5	0	0	3,5
3.1	Обязательные требования к операторам и пилотам БПЛА при выполнении работ в агросекторе. Образование, получение допусков, сертификация, переподготовка.	1	0,5			0,5
3.2	Действия оператора или пилота при штатном выполнении работ. Документирование, отчетность, выполнение обязательных требований регуляторов.	2	1			1
3.3	Ключевые риски использования БАС в агросекторе. Безопасность эксплуатации БПЛА. Минимизация риска аварийных ситуаций. Действия оператора или пилота при нештатных ситуациях. Возможные правовые последствия нештатных ситуаций для оператора или пилота.	3	2			1
3.4	Техника безопасности при сельскохозяйственных работах: работа с химическими препаратами; защита оператора и окружающих.	3	2			1
Мод уль 4	БПЛА для высокоточного мониторинга полей	19	7	0	7	5
4.1	Программное обеспечение, применяемое для обработки данных мониторинга с помощью БАС. Обмен данными с ERP	3	2			1
4.2	Полезная нагрузка (общие сведения по камерам RGB, мультиспектральным, гиперспектральным, тепловизорным, лидарным и их настройкам), выбор и подготовка к работе приборного оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры при использовании функционального оборудования, систем регистрации полетной информации. Примерная комплектация БАС для выполнения задач агромониторинга.	3	2			1

4.3	Преобразование данных с БПЛА в решения по управлению урожаем. Оперативный мониторинг состояния посевов, измерение объемов собранного урожая. Построение карт вегетационных индексов (NDVI, NDRE, NDMI, GNDVI и другие). Практические кейсы: мониторинг всходов весной, контроль последствий обработки СЗР, чрезвычайное обследование после града и др. Формат данных, которые ожидает получить агроном.	5	1		3	1
4.4	Анализ изображений и карт индексов при помощи искусственного интеллекта	5	1		3	1
4.5	Расчет полетного задания для съемки различными камерами под конкретное разрешение	3	1		1	1
Мод уль 5	Проведение обработок посевов с помощью агродронов: точечное внесение удобрений и СЗР	19	11	4	0	4
5.1	Необходимость внесения минеральных удобрений (коррекция питания в течение сезона), виды СЗР. Преимущества и особенности точечного внесения. Соблюдение требований охраны труда и безопасной работы с химикатами: защита оператора; предупреждение о работе дрона для окружающих существующие ограничения и техника безопасности при работе с ними.	3	2			1
5.2	Примеры дронокомплектов (БВС и полезная нагрузка) для обработки различных культур и применения различных агентов.	2	1			1
5.3	Планирование обработки агродроном (Получение карты состояния (из модуля мониторинга или ERP); определение зон обработки: локальные (конкретные участки); сплошная. Особенности использования агродронов на различных культурах. Подготовка баковых смесей и сыпучих смесей: дозировка; совместимость. Настройка маршрута: высота полёта; скорость; ширина захвата; расход препарата.) Практика по построению полетного задания для внесения СЗР.	7	4	2		1

5.4	Выполнение точечного внесения (Загрузка карты обработки в контроллер дрона, автоматическая полётная миссия или полуавтоматический режим, Контроль равномерности распыления (датчики потока). Учет погодных условий: ветер; температура; влажность. Контроль качества (повторный мониторинг после обработки; проверка попадания препаратов в целевые зоны).	7	4	2		1
ИА	Итоговая аттестация: зачет	1				
	Итого:	72	38,5	4	7	21,5

2.2. Календарный учебный график

№№	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ, ДИСЦИПЛИН, ТЕМ	ВСЕГО ЧАСОВ	Календарное планирование по неделям	
			1	2
Модуль 1	Целевые потребности и возможности применения беспилотных летательных аппаратов в деятельности агронома	16	1	2
1.1	Классификация задач применения БАС в АПК. Мониторинг. Основные виды задач по мониторингу. Требования к качеству изображений. Примеры практического применения. Обработка. Виды обработок. Традиционные способы обработок. Возможности БПЛА, позволяющие компенсировать недостатки. Сфера применения БАС для обработки.	2		
1.2	Специфика использования агродронов в зависимости от возделываемой культуры. Перечни задач, целесообразных для применения БАС. Практические кейсы. Перспективные задачи.	3		
1.3	Современные подходы к управлению минеральным питанием растений и применение БПЛА. Методы определения потребности в удобрениях: по фазам развития; по визуальным признакам; по результатам анализов (почва, листья). Современные технологии внесения удобрений: дифференцированное внесение; интеграция данных с цифровых карт; применение техники с GPS. Применение БПЛА (Мультиспектральная съёмка для выявления дефицита элементов питания; создание карт для дифференцированного внесения удобрений; контроль качества после обработки; мониторинг динамики изменений в течение сезона). Практические кейсы.	3		
1.4	Применение средств защиты растений. Современные технологии применения СЗР. Направления и целесообразность применения БПЛА. Технические особенности применения СЗР. Обзор полезной нагрузки. Практические кейсы.	3		
1.5	Биологические методы обработки. Энтомофаги, бактериальные, грибковые, вирусные, нематодные, протравители и стимуляторы. Особенности применения БАС. Особенности хранения, транспортировки и применения биологических материалов. Принципы совместимости при создании комплексных составов биологических и минеральных компонентов.	3		
1.6	Экономический анализ эффективности БАС в агрономии: модели, показатели, экономические сценарии в зависимости от возделываемой культуры.	2		
Модуль 2	Технические особенности использования БАС. Теория выполнения полетов БАС	8		

2.1	Типы, классификация и назначение БАС при использовании в АПК (БПЛА мультироторного, самолётного и гибридного типа). Базовые классы задач для каждого типа БАС. Импортные и отечественные модели, подходящие для решения этих задач. Основные характеристики используемого оборудования. Полётные характеристики и ограничения с точки зрения агротехнологий. Максимальная высота и дальность полёта (продолжительность работы, грузоподъёмность, влияние погодных условий, ограничения по законодательству).	2		
2.2	Теория планирования и выполнения полётов. Учет требований агрономов при выполнении агроопераций. Понятие агроциклов и агросроков. Производительность БАС разного типа при выполнении операций. Основные метрики, применяемые агрономами. Применимость различных типов БВС для различных задач агрономов.	3		
2.3	Подготовка к полёту: выбор маршрута и зон съёмки/обработки; проверка аккумуляторов и оборудования; подготовка ПО. Виды полётных заданий: автоматические миссии по маршрутам; ручное управление; комбинированные режимы. Принципы построения полётных карт. Учёт внешних факторов: ветер; температура; освещённость, рельеф местности.	3		
Модуль 3	Нормативно-правовое регулирование и требования безопасности использования БАС в сельском хозяйстве	9		
3.1	Обязательные требования к операторам и пилотам БПЛА при выполнении работ в агросекторе. Образование, получение допусков, сертификация, переподготовка.	1		
3.2	Действия оператора или пилота при штатном выполнении работ. Документирование, отчетность, выполнение обязательных требований регуляторов.	2		
3.3	Ключевые риски использования БАС в агросекторе. Безопасность эксплуатации БПЛА. Минимизация риска аварийных ситуаций. Действия оператора или пилота при нештатных ситуациях. Возможные правовые последствия нештатных ситуаций для оператора или пилота.	3		
3.4	Техника безопасности при сельскохозяйственных работах: работа с химическими препаратами; защита оператора и окружающих.	3		
Модуль 4	БПЛА для высокоточного мониторинга полей	19		
4.1	Программное обеспечение, применяемое для обработки данных мониторинга с помощью БАС. Обмен данными с ERP	3		
4.2	Полезная нагрузка (общие сведения по камерам RGB, мультиспектральным, гиперспектральными, тепловизионным, лидарным и их настройкам), выбор и подготовка к работе приборного	3		

	оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры при использовании функционального оборудования, систем регистрации полетной информации. Примерная комплектация БАС для выполнения задач агромониторинга.			
4.3	Преобразование данных с БПЛА в решения по управлению урожаем. Оперативный мониторинг состояния посевов, измерение объемов собранного урожая. Построение карт вегетационных индексов (NDVI, NDRE, NDMI, GNDVI и другие). Практические кейсы: мониторинг всходов весной, контроль последствий обработки СЗР, чрезвычайное обследование после града и др. Формат данных, которые ожидает получить агроном.	5		
4.4	Анализ изображений и карт индексов при помощи искусственного интеллекта	5		
4.5	Расчет полетного задания для съемки различными камерами под конкретное разрешение	3		
Модуль 5	Проведение обработок посевов с помощью агродронов: точечное внесение удобрений и СЗР	19		
5.1	Необходимость внесения минеральных удобрений (коррекция питания в течение сезона), виды СЗР. Преимущества и особенности точечного внесения. Соблюдение требований охраны труда и безопасной работы с химикатами: защита оператора; предупреждение о работе дрона для окружающих существующие ограничения и техника безопасности при работе с ними.	3		
5.2	Примеры дронокомплектов (БВС и полезная нагрузка) для обработки различных культур и применения различных агентов.	2		
5.3	Планирование обработки агродроном (Получение карты состояния (из модуля мониторинга или ERP); определение зон обработки: локальные (конкретные участки); сплошная. Особенности использования агродронов на различных культурах. Подготовка баковых смесей и сыпучих смесей: дозировка; совместимость. Настройка маршрута: высота полёта; скорость; ширина захвата; расход препарата.) Практика по построению полетного задания для внесения СЗР.	7		
5.4	Выполнение точечного внесения (Загрузка карты обработки в контроллер дрона, автоматическая полётная миссия или полуавтоматический режим, Контроль равномерности распыления (датчики потока). Учет погодных условий: ветер; температура; влажность. Контроль качества (повторный мониторинг после обработки; проверка попадания препаратов в целевые зоны).	7		
ИА	Итоговая аттестация: зачет	1		

2.3. Учебно-тематический план

	Наименование модуля (раздела), тема занятия	Трудоемкость, час.	Краткое содержание лекций	Тема практических работ	Темы лабораторных работ
	1	2	3	4	
	Целевые потребности и возможности применения беспилотных летательных аппаратов в деятельности агронома				
1.1	Классификация задач применения БАС в АПК. Мониторинг. Основные виды задач по мониторингу. Требования к качеству изображений. Примеры практического применения. Обработка. Виды обработок. Традиционные способы обработок. Возможности БПЛА, позволяющие компенсировать недостатки. Сфера применения БАС для обработки.	2	Основные цели и задачи использования агродронов в растениеводстве. Вводная информация по БАС с классификацией	-	Диагностика вредителей, болезней и сорняков, определение экономического порога вредоносности и обоснование мероприятий по защите растений
1.2	Специфика использования агродронов в зависимости от возделываемой культуры. Перечни задач, целесообразных для применения БАС. Практические кейсы. Перспективные задачи.	3	Место агродронов в системе роботизации растениеводства	-	Разработка карт задач для агродронов по основным культурам: внесение СЗР, подкормок, десикация, мониторинг
1.3	Современные подходы к управлению минеральным питанием растений и применение БПЛА. Методы определения	3	Современные подходы к управлению минеральным питанием растений основаны на		Знакомство с технологиями и дифференцированного внесения:

	потребности в удобрениях: по фазам развития; по визуальным признакам; по результатам анализов (почва, листья). Современные технологии внесения удобрений: дифференцированное внесение; интеграция данных с цифровых карт; применение техники с GPS. Применение БПЛА (Мультиспектральная съёмка для выявления дефицита элементов питания; создание карт для дифференцированного внесения удобрений; контроль качества после обработки; мониторинг динамики изменений в течение сезона). Практические кейсы.		точном определении потребности в элементах питания (N, P, K и микроэлементах) с учётом фаз развития и данных анализов, что позволяет избежать перерасхода удобрений и снизить экологическую нагрузку. Применение БПЛА с мультиспектральной съёмкой обеспечивает выявление дефицитов, создание карт для дифференцированного внесения удобрений и мониторинг эффективности обработки в течение сезона.		работа с цифровыми картами и картами-заданиями.
1.4	Применение средств защиты растений. Современные технологии применения СЗР. Направления и целесообразность применения БПЛА. Технические особенности применения СЗР. Обзор полезной нагрузки. Практические	3	БПЛА обеспечивают точное и эффективное применение средств защиты растений с учётом технологии и полезной нагрузки.	-	Расчёт норм расхода и параметров применения СЗР при наземной и авиационной обработке.

	кейсы.				
1.5	Биологические методы обработки. Энтомофаги, бактериальные, грибковые, вирусные, нематодные, протравители и стимуляторы. Особенности применения БАС. Особенности хранения, транспортировки и применения биологических материалов. Принципы совместимости при создании комплексных составов биологических и минеральных компонентов.	3	Биометоды включают применение живых агентов и стимуляторов с учётом условий хранения, совместимости и особенностей работы с БПЛА.		Идентификация основных групп биопрепаратов: энтомофаги, бактериальные, грибковые, вирусные, нематодные, протравители и стимуляторы (сравнение свойств и задач применения)
1.6	Экономический анализ эффективности БАС в агрономии: модели, показатели, экономические сценарии в зависимости от возделываемой культуры.	2	Экономический анализ оценивает окупаемость и эффективность применения БАС по культурам.	-	-
Технические особенности использования БАС. Теория выполнения полетов БАС					
2.1	Типы, Типы, классификация и назначение БАС при использовании в АПК (БПЛА мультироторного, самолётного и гибридного типа). Базовые классы задач для каждого типа БАС. Импортные и отечественные модели, подходящие для решения этих задач.	2	БПЛА мультироторного, самолётного и гибридного типа.	-	-

	Основные характеристики используемого оборудования. Полётные характеристики и ограничения с точки зрения агротехнологий. Максимальная высота и дальность полёта (продолжительность работы, грузоподъёмность, влияние погодных условий, ограничения по законодательству).				
2.2	Теория планирования и выполнения полётов. Учет требований агрономов при выполнении агроопераций. Понятие агроциклов и агросроков. Производительность БАС разного типа при выполнении операций. Основные метрики, применяемые агрономами. Применимость различных типов БВС для различных задач агрономов.	3	Импортные и отечественные модели, подходящие для решения	-	Планирование полётов БАС с учётом агроциклов, агросроков и требований агронома к выполнению операций.
2.3	Подготовка к полёту: выбор маршрута и зон съёмки/обработки; проверка аккумуляторов и оборудования; подготовка ПО. Виды полётных заданий: автоматические миссии по маршрутам; ручное управление; комбинированные	3	Полётные характеристики и ограничения с точки зрения агротехнологий. Максимальная высота и дальность полёта. Продолжительность		Подготовка БАС к вылету: чек-лист осмотра, проверка аккумуляторов, оборудования и ПО, выбор маршрута и зон

	режимы. Принципы построения полётных карт. Учёт внешних факторов: ветер; температура; освещённость, рельеф местности.		работы, грузоподъёмность, влияние погодных условий, ограничения по законодательству.		съёмки/обработки.
	Нормативно-правовое регулирование и требования безопасности использования БАС в сельском хозяйстве				
3.1	Обязательные требования к операторам и пилотам БПЛА при выполнении работ в агросекторе. Образование, получение допусков, сертификация, переподготовка.	1	Основные нормативно-правовые акты, регулирующие деятельность по использованию агродронов.	-	-
3.2	Действия оператора или пилота при штатном выполнении работ. Документирование, отчетность, выполнение обязательных требований регуляторов.	2	Образование, получение допусков, сертификация, переподготовка.	Действия оператора БАС при выполнении работ и ведение документации в соответствии с требованиями регуляторов.	-
3.3	Ключевые риски использования БАС в агросекторе. Безопасность эксплуатации БПЛА. Минимизация риска аварийных ситуаций. Действия оператора или пилота при нештатных ситуациях. Возможные правовые последствия нештатных ситуаций для оператора или пилота.	3	Документирование, отчетность, выполнение обязательных требований регуляторов.	Идентификация ключевых рисков при эксплуатации БАС в агросекторе и их оценка.	

3.4	Техника безопасности при сельскохозяйственных работах: работа с химическими препаратами; защита оператора и окружающих.	3	Безопасность эксплуатации БПЛА. Минимизация риска аварийных ситуаций. Действия оператора или пилота при нештатных ситуациях. Возможные правовые последствия нештатных ситуаций для оператора или пилота.	Разбор реальных кейсов инцидентов с БАС и разбор допущенных нарушений норм и требований.	-
БПЛА для высокоточного мониторинга полей					
4.1	Программное обеспечение, применяемое для обработки данных мониторинга с помощью БАС. Обмен данными с ERP	3	Программное обеспечение для обработки данных мониторинга с БАС и их обмена с ERP-системам и.	-	-
4.2	Полезная нагрузка (общие сведения по камерам RGB , мультиспектральным, гиперспектральными, тепловизорным, лидарным и их настройкам), выбор и подготовка к работе приборного оборудования и контрольно-измерительной аппаратуры при использовании функционального оборудования, систем регистрации полетной	3	Полезная нагрузка агродронов: основные типы камер (RGB, мультиспектральные, тепловизионные, лидарные), их базовые настройки и типовая комплектация БАС для агромониторинга.	-	-

	информации. Примерная комплектация БАС для выполнения задач агромониторинга.				
4.3	Преобразование данных с БПЛА в решения по управлению урожаем. Оперативный мониторинг состояния посевов, измерение объемов собранного урожая. Построение карт вегетационных индексов (NDVI, NDRE, NDMI, GNDVI и другие). Практические кейсы: мониторинг всходов весной, контроль последствий обработки СЗР, чрезвычайное обследование после града и др. Формат данных, которые ожидает получить агроном.	5	Инвентаризация полей с БАС и создание электронных карт с уточненными границами и ортофотопланом.	-	Картографирование и инвентаризация сельхозугодий с использованием БАС и построением ортофотоплана.
4.4	Анализ изображений и карт индексов при помощи искусственного интеллекта	5	Оперативный мониторинг посевов с БПЛА и расчёт вегетационных индексов позволяют получать тематические карты (состояние, плодородие, ущерб), по которым агроном принимает решения по управлению урожаем и обработкам.	Полеты для сбора данных для NDVI карт.	Обработка карт плодородия почв.

4.5	Расчет полетного задания для съемки различными камерами под конкретное разрешение	3	ИИ в с/х.	Сбор датасетов, работа с системой LIDAR и сбор данных для работы ИИ.	-
Проведение обработок посевов с помощью агродронов: точечное внесение удобрений и СЗР					
5.1	Необходимость внесения минеральных удобрений (коррекция питания в течение сезона), виды СЗР. Преимущества и особенности точечного внесения. Соблюдение требований охраны труда и безопасной работы с химикатами: защита оператора; предупреждение о работе дрона для окружающих существующие ограничения и техника безопасности при работе с ними.	3	Необходимость коррекции минерального питания в течение сезона, выбор видов СЗР и реализация точечного внесения сочетаются с обязательным соблюдением охраны труда: защитой оператора, предупреждением окружающих о работе дрона и соблюдением действующих ограничений и техники безопасности.	Отработка сценария полёта с соблюдением зон безопасности и предупреждением окружающих о работе дрона.	-
5.2	Примеры дронокомплектов (БВС и полезная нагрузка) для обработки различных культур и применения различных агентов.	2	Правила и основы безопасности при работе с агрохимией в соответствии с законодательством Российской Федерации.	-	-
5.3	Планирование обработки агродроном (Получение	7	Особенности использования пестицидов	-	Планирование обработки

	карты состояния (из модуля мониторинга или ERP); определение зон обработки: локальные (конкретные участки); сплошная. Особенности использования агродронов на различных культурах. Подготовка баковых смесей и сыпучих смесей: дозировка; совместимость. Настройка маршрута: высота полёта; скорость; ширина захвата; расход препарата.) Практика по построению полётного задания для внесения СЗР.		и защита эксплуатантов		агродроном: выбор зон обработки, подготовка баковых смесей и настройка полётного задания для внесения СЗР.
5.4	Выполнение точечного внесения (Загрузка карты обработки в контроллер дрона, автоматическая полётная миссия или полуавтоматический режим, Контроль равномерности распыления (датчики потока). Учет погодных условий: ветер; температура; влажность. Контроль качества (повторный мониторинг после обработки; проверка попадания препаратов в целевые зоны).	7	Формирование баковой смеси в растворном узле, обеспечение заправки бака дрона-опрыскивателя. Очистка комплекса. Требования к безопасности.	-	Разработка технического задания внесения баковых смесей с применением БАС
	Итоговая аттестация	1			

2.4. Рабочие программы учебных дисциплин (модулей)

1. Целевые потребности и возможности применения беспилотных летательных аппаратов в деятельности агронома.

Раздел раскрывает роль агродронов в цифровизации растениеводства России, описывает задачи, которые они решают: мониторинг посевов, опрыскивание, внесение удобрений, биологических агентов, составление «умных карт» полей. Рассматриваются климатические и производственные особенности регионов (Юг, Черноземье, Поволжье, Урал, Сибирь, Дальний Восток) и специфика работы дронов в зоне рискованного земледелия. На лекции осуществляется разбор типичных кейсов внедрения агродронов в разных регионах и отраслях (зерновые, технические, овощи, сады).

По завершении изучения раздела 1 слушатели должны:

Знать:

- основные направления применения агродронов в России (мониторинг, опрыскивание, внесение трихограммы, посев, картирование);
- влияние БПЛА на снижение затрат и рост эффективности (обработка 4-6 га за 20 минут полёта, снижение затрат на защиту растений до 60-80% в отдельных проектах);
- место БПЛА в системе точного земледелия и агробизнеса (данные дистанционного зондирования, цифровые карты, дифференцированное внесение).

Уметь:

- сопоставлять задачи хозяйства с возможностями агродронов (какие операции выгодно переводить на БПЛА);
- оценивать целесообразность внедрения дронов с учётом площади, культур, рельефа и ограничений воздушного пространства региона;
- формулировать техническое задание на внедрение БПЛА для конкретного хозяйства.

Владеть:

- базовой терминологией и концепциями (агродрон, ультрамалообъёмное опрыскивание 5–25 л/га, точное земледелие, NDVI и др.);
- навыками первичного анализа производственных процессов для их роботизации.

2. Технические особенности использования БАС. Теория выполнения полетов БАС

Краткая аннотация. Раздел посвящён устройству и возможностям агродронов: мультикоптеры для опрыскивания и внесения удобрений (полезная нагрузка до 30–50 кг), БВС для мониторинга с RGB и мультиспектральными камерами, а также решения для посева и внесения биопрепаратов (трихограмма до 2000 га/день).

Практика:

- предполетное обслуживание и разбор конструкции реального БВС;
- базовые принципы управления БПЛА, Навыки работы с устройством удаленного управления;
- формирование технического задания на полетный план;
- полеты в автоматическом и ручном режиме по заданным параметрам.

По завершении изучения раздела 2 слушатели должны:

Знать:

- основные типы БАС/БПЛА (мультироторные, самолётного типа, гибриды) и их применение в растениеводстве;

- ключевые технические параметры СБАС: объём бака, производительность (4–6 га за 20 минут, 20–40 га/ч у мощных моделей), нормы расхода рабочей жидкости 5–25 л/га при УМО;
- устройство силовой установки, систем управления, навигации (GPS/ГЛОНАСС, RTK), форсуночных систем, модулей внесения гранулированных материалов.

Уметь:

- проводить предполётную подготовку: осмотр, проверка креплений, калибровка компаса и IMU, проверка связи и уровня заряда;
- подбирать тип БАС и конфигурацию полезной нагрузки под конкретную задачу (мониторинг, опрыскивание, внесение удобрений/трихограммы, посев);
- задавать базовые параметры полёта (скорость, высота, ширина захвата) под разные культуры и схемы посева.
- составлять план полета и подавать заявку на использование воздушного пространства в заданном районе.

Владеть:

- навыками базовой эксплуатации и обслуживания (чистка, уход за батареями, замена форсунок);
- практикой работы с ПО планирования полётов и задания маршрутов.

3. Нормативно-правовое регулирование и требования безопасности использования БАС в сельском хозяйстве.

Краткая аннотация. Раздел обобщает федеральные требования к применению БАС в России (авиационное, земельное, экологическое и фитосанитарное регулирование), особенности ограничений полётов в разных регионах (полные/частичные запреты, NOTAM, зоны аэропортов). Отдельный углубленно рассматриваются требования к применению пестицидов с БПЛА (нормы, расстояния, документация). На лекции рассматриваются примеры заполнения образцов журналов, схем поля, расчёт защитных зон, разбор кейсов нарушений и штрафов.

По завершении раздела 3 слушатели должны

Знать:

- базовые положения российского регулирования БПЛА (регистрация, массогабаритные категории, полёты в пределах видимости, ограничения по зонам);
- требования к ULV-опрыскиванию: нормы расхода 5–25 л/га, погодные условия, расстояния до населённых пунктов, водоёмов, пасек и инфраструктуры;
- обязательные элементы документации: журналы обработок, учёт метеоусловий, инструкции по охране труда и технике безопасности.

Уметь:

- планировать работы с учётом действующих ограничений полётов и санитарно-защитных расстояний;
- составлять пакет документов для проведения обработок агродронами (приказ, схема поля, наряд-допуск, журнал, уведомления соседям);
- оценивать риски (снос, попадание в запрещённые зоны) и выбирать безопасные окна по погоде.

Владеть:

- навыками применения регламентов в разных типах хозяйств (крупные холдинги, КФХ, ЛПХ);
- практикой разработки простых регламентов и чек-листов безопасности для бригады.

4.БПЛА для высокоточного мониторинга полей

Краткая аннотация. Раздел раскрывает алгоритмы работы агродронов по основным операциям: мониторинг посевов, точечное и сплошное опрыскивание, внесение жидких и твёрдых удобрений, биологическая защита (трихограмма), посев. Приводятся типичные нормы расхода и производительность для разных культур: зерновые, масличные (подсолнечник, рапс), кукуруза, сахарная свёкла, картофель, овощи, сады/ягоды.

Практика:

- работа с полётным приложением, составление маршрута обработки поля;
- внесение СЗР на высоких культурах в разных температурных диапазонах;
- построение карты поля, сбор датасетов, создание ортофотопланов;
- точечное внесение СЗР / минеральных удобрений.

По завершении раздела 4 слушатели должны

Знать:

- типовые сценарии применения агродронов: мониторинг и составление карт NDVI/NDRE для выявления проблем (засорённость, угнетение, дефицит питания); опрыскивание и внесение фунгицидов, инсектицидов, гербицидов, листовых подкормок; внесение биопрепаратов (в т. ч. трихограммы до 2000 га/день);
- особенности работы по высоким культурам (подсолнечник до 2,5 м, кукуруза) и по влажной почве, где колёсная техника не может зайти.

Уметь:

- подбирать режимы работы (высота, скорость, ширина захвата, тип форсунок, размер капли) под конкретную культуру, фазу развития, густоту стояния и цель обработки;
- рассчитывать нагрузку на дрон (га/час, циклы заправки, потребность в воде и препаратах) для поля заданной площади;
- использовать данные мониторинга (NDVI, цифровые модели рельефа) для постановки задач на дифференцированное внесение.

Владеть:

- практическими навыками планирования миссий на реальных полях (кулисы, клинья, неровный рельеф, посадки, ЛЭП);
- методами интеграции данных дронов в системы управления посевами (GIS, платформа точного земледелия).

5. Проведение обработок посевов с помощью агродронов: точечное внесение удобрений и СЗР

Проведение обработок посевов с помощью агродронов позволяет выполнять точечное внесение удобрений и средств защиты растений (СЗР) на основе данных дистанционного зондирования и картных материалов. Технология обеспечивает равномерное распределение веществ в зонах повышенной потребности, минимизируя перерасход и снижая нагрузку на окружающую среду. Агродроны оснащены системами GPS-навигации, датчиками и распылителями высокого давления для работы на сложных рельефах и в труднодоступных участках. Такой подход повышает эффективность агрономических мероприятий, сокращая затраты на 20–30% и улучшая урожайность.

Практика

- Отработка сценария полёта с соблюдением зон безопасности и предупреждением окружающих о работе дрона. По завершении раздела слушатели должны

Знать

- Принципы точечного внесения удобрений и СЗР с использованием агродронов.
- Характеристики систем GPS-навигации и датчиков на агродронах.

- Экономические преимущества: снижение затрат на 20–30% и рост урожайности.

Уметь

- Настраивать агродроны для равномерного распределения веществ на сложных рельефах.
- Оценивать минимизацию перерасхода СЗР и нагрузки на окружающую среду.

Владеть

- Навыками работы с системами распылителей высокого давления на агродронах.
- Методиками обработки труднодоступных участков полей.
- Техниками интеграции картных данных в маршруты дронов.
- Практикой контроля качества внесения удобрений и СЗР.

2.5. Формы аттестации

Промежуточная аттестация – не предусмотрена.

Итоговая аттестация проводится в форме зачета (компьютерного тестирования и практического задания).

Вариант теста состоит из 24 тестовых заданий, отражает знания, умения, навыки, которые необходимо проверить по формируемым компетенциям ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4 формируется из базы тестовых заданий по принципу случайной выборки непосредственно перед проведением аттестации с параметрами, указанными в таблице.

Таблица – Параметры формирования варианта теста

Компетенция	Количество вопросов для проверки уровня сформированности компетенции			
	Всего	Знать	Уметь	Владеть
ПК-1	6	3	2	1
ПК-2	5	3	2	1
ПК-3	5	3	2	1
ПК-4	5	3	2	1
Всего	24	12	8	4

Время тестирования 30 минут.

2.6. Оценочные и методические материалы

2.6.1 Фонд оценочных средств

Типовой вариант для итогового тестирования

Тестовые задания для проверки компетенции ПК-1.

1. Выберите метод для определения готовности культур к уборке, который является наиболее точным:

- а) глазомерный осмотр;
- б) визуальная оценка спелости;
- в) комплексный анализ морфологических признаков с геопривязкой ✓.

2. Выберите параметры, которые входят в состав информационных ресурсов для контроля развития растений.

- а) только спутниковые данные;
- б) данные дистанционного зондирования и геопривязанные фотографии с БПЛА ✓;
- в) только наземные наблюдения.

3. NDVI в контексте мониторинга сельскохозяйственных культур – это ...

- а) нормализованный вегетационный индекс для оценки зеленой биомассы ✓;
- б) навигационная система для БАС;
- в) средство внесения удобрений.

4. Выберите методы, которые являются эффективными для определения засоренности посевов:

- а) глазомерный (визуальный) метод подсчета сорняков ✓;
- б) количественный метод на фиксированной площади ✓;
- в) метод дистанционного зондирования с БПЛА ✓;
- г) органолептический анализ почвы;
- д) микроскопическое исследование образцов;
- е) использование спектральных индексов.

5. Выберите инструменты, используемые при контроле процесса развития растений:

- а) геоинформационные системы (ГИС) ✓
- б) симуляторы для видеоигр
- в) дистанционные фотокамеры на БПЛА ✓
- г) литературные справочники по истории сельского хозяйства
- д) спутниковые системы навигации GPS/ГЛОНАСС ✓
- е) визуальные наблюдения в полевых условиях

Правильные ответы: А, С, Е

6. Поле площадью 120 га необходимо мониторить с использованием БПЛА. Производительность одного полета составляет 15 га за 30 минут. Сколько полетов потребуется для мониторинга всего поля? Рассчитайте общее время работы БПЛА в часах.

Решение:

Количество полетов: $120 \text{ га} \div 15 \text{ га/полет} = 8 \text{ полетов}$

Общее время: $8 \text{ полетов} \times 30 \text{ минут} = 240 \text{ минут} = 4 \text{ часа}$

Ответ: 8 полетов; 4 часа общего времени работы

Тестовые задания для проверки компетенции ПК-2

7. Выберите основные источники информации используются для разработки агротехнических мероприятий.
- а) только исторические данные
 - б) почвенная и растительная диагностика, дистанционный мониторинг, метеоданные ✓
 - в) только визуальные наблюдения
8. Определите среди предложенных вариантов наиболее обоснованный с научной точки зрения алгоритм вычисления норм внесения микроудобрений в режиме ультранизких объемов при эксплуатации беспилотных агротехнических систем (БАС), интегрируя данные зондовых съемок и почвенно-агрохимических карт.
- а) Визуально-оценочный метод по агрономическому опыту оператора.
 - б) Математическая модель, коррелирующая плановый выход продукции с результатами спектрального анализа почвенного покрова и гумусового статуса.
 - в) Стандартизированная усредненная норма, экстраполированная на гомогенные агроландшафты.
9. Определите что обязательно должно быть указано в техническом задании на применение БАС для мониторинга?
- а) перечень используемых удобрений;
 - б) сроки и периодичность полётов, зоны обследования, требуемая точность данных; ✓
 - в) график работы агрономов;
 - г) список поставщиков семян.
10. Выберите параметры, которые необходимо учитывать при разработке системы применения удобрений? (выберите все верные - их 2-3)
- а) Результаты почвенной и растительной диагностики ✓
 - б) Планируемая урожайность культуры ✓
 - в) Порода домашних животных на ферме
 - г) Экологические требования к безопасности ✓
 - д) Цвет облаков в день посева
 - е) Инструкции по охране труда
11. Выберите методы, которые относятся к биологической защите растений.
- а) использование энтомофагов ✓
 - б) применение микробных препаратов ✓
 - в) использование синтетических пестицидов
 - г) использование акарифагов ✓
 - д) ручной сбор вредителей
 - е) проведение оплодотворения почвы

12. Необходимо внести азотное удобрение на поле размером 80 га. Расчетная доза азота составляет 150 кг/га. Используется удобрение с содержанием азота 46%. Сколько тонн удобрения потребуется для обработки всего поля?

Решение:

Общее количество азота: $80 \text{ га} \times 150 \text{ кг/га} = 12\,000 \text{ кг}$

Количество удобрения: $12\,000 \text{ кг} \div 0,46 = 26\,086,96 \text{ кг} \approx 26,09 \text{ тонн}$

Ответ: 26,09 тонн

Тестовые задания для проверки компетенции ПК-3

13. Определите доминирующий агроэкономический эффект, обусловленный внедрением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в технологиях ультранизкообъемного опрыскивания фитосанитарных препаратов в precision agriculture.

а) Снижение материалоемкости за счет оптимизации норм внесения пестицидов на уровне 5–10%.

б) Комплексная ресурсосберегающая эффективность: сокращение расхода агрофармацевтических средств на 15–20% при одновременном ускорении технологического цикла в 2–3 раза ✓.

в) Невозмутимость производственных затрат в статическом режиме эксплуатации.

14. Выберите ключевые показатели, которые входят в финансовую модель внедрения БПЛА.

а) начальные затраты на приобретение БПЛА ✓

б) операционные затраты ✓

в) экономия ✓

г) срок окупаемости, коэффициент окупаемости инвестиций ✓

с) выручка от урожая

15. Выберите производительность, которая характерна для современных агродронов.

а) 1-2 га в день

б) 4-6 га за 20 минут, 20-40 га/ч у мощных моделей ✓

в) 500 га в день

16. Выберите операционные затраты, которые входят при эксплуатации БПЛА.

а) заработная плата оператора ✓

б) электроэнергия для зарядки батарей ✓

в) покупка самого БПЛА

г) техническое обслуживание и ремонт ✓

д) покупка здания для хранения

е) расходы на рабочую жидкость

17. Выберите факторы, которые влияют на срок окупаемости БПЛА.

а) Площадь обрабатываемых полей ✓

б) Спектр выполняемых работ ✓

в) Цвет краски дрона

г) Уровень экономии на пестицидах ✓

д) Название производителя

е) Стоимость оборудования

18. БПЛА стоит 500 000 рублей. Годовые операционные расходы составляют 50 000 рублей. При применении БПЛА экономия на пестицидах и затратах на опрыскивание составляет 250 000 рублей в год. Рассчитайте срок окупаемости БПЛА в годах.

Решение:

Чистая экономия за год: $250\,000 - 50\,000 = 200\,000$ рублей

Срок окупаемости: $500\,000 \div 200\,000 = 2,5$ года

Ответ: 2,5 года

Тестовые задания для проверки компетенции ПК-4

19. Выберите нормативные правовые акты регулируют использование БПЛА в России.

- а) только технические инструкции
- б) федеральные акты о воздушном пространстве и авиационные правила ✓
- в) только рекомендации производителя

20. Выберите расстояния, которые должны соблюдаться при опрыскивании БПЛА от водоёмов.

- а) без ограничений
- б) минимум 10 метров
- в) в соответствии с регламентами фитосанитарной безопасности - обычно не менее 50-100 метров ✓

21. Выберите метеорологические параметры, которые критичны при планировании полетов БПЛА.

- а) температура
- б) скорость ветра ✓
- в) влажность ✓
- г) облачность ✓
- д) видимость ✓
- е) давление воздуха

22. Определите ключевые компоненты нормативно-документационного комплекса, обязательного для обеспечения соответствия требованиям государственной системы фитосанитарного мониторинга и сертификации при выполнении авиационно-химической обработки сельхозугодий с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в рамках precision agriculture.

- а) Распорядительный акт руководителя о допуске к проведению дефинитивных агрономических операций. ✓
- б) Геоинформационная карта целевого контура с векторным моделированием зон опрыскивания и буферными зонами. ✓
- в) Синхронизированный календарь агротехнологических циклов.
- г) Автоматизированный реестр исполнительных протоколов с фиксацией метеопараметров (температура, влажность, скорость ветра) по ГОСТ. ✓
- д) Логистический план приобретения и инвентаризации фитофармацевтических препаратов.
- е) Оперативный распорядок функционирования предприятия.

23. Выберите защитные расстояния, которые необходимо соблюдать при применении пестицидов с БПЛА.

- а) Расстояние до населённых пунктов ✓
- б) Расстояние до пасек ✓
- в) Расстояние до животноводческих комплексов ✓
- г) Расстояние до деревьев в лесу
- д) Расстояние до ближайшей школы
- е) Расстояние до границ поля

24. Необходимо спланировать применение БАС на поле размером 200 га. Производительность дрона составляет 5 га за 25 минут. Время на заправку и смену аккумулятора составляет 15 минут. Расчетное время на подготовку и завершение работ - 1 час. Сколько полных дней потребуется для обработки поля при рабочем дне 8 часов, исключая время на обед (1 час)?

Решение:

Время на один цикл полета и подготовки: $25 + 15 = 40$ минут

Количество полетов: $200 \text{ га} \div 5 \text{ га/полет} = 40$ полетов

Общее время полетов: $40 \text{ полетов} \times 40 \text{ минут} = 1600 \text{ минут} = 26,67 \text{ часов}$

Полное время с подготовкой: $26,67 + 1 = 27,67 \text{ часов}$

Рабочие часы в день: $8 - 1 \text{ (обед)} = 7 \text{ часов в день}$

Требуемое количество дней: $27,67 \div 7 \approx 4$ дня минимум

Ответ: 4-5 полных дней (в зависимости от условий)

Типовые примеры практических заданий

Тестовое задание для проверки компетенции ПК-4

1. Практическое задание «Изучение устройства дрона и предполетной подготовки в AgroTechSim Desktop. Миссии по базовым навыкам пилотирования. Первые полеты АгроДрона и frv дрона»

Цель миссии:

Изучение устройства агродрона и предполетной подготовки, получение базовых навыков полета

Задачи миссии:

- Пройти миссию «Устройство агродрона»
- Пройти миссию «Подготовка к полету»
- Пройти раздел «Обучение»
- Пройти миссию «Посадка дрона 1»
- Пройти миссию «Удержание дрона 1»

Параметры оценки:

Все миссии в конце дают итоговый балл выполнения (в результате теста, при полетах оценивается плавность посадки и точность удержания). В качестве результата присылается скрин результата в конце миссии.

Итоги миссий:

«Устройство агродрона» и «Подготовка к полету» после выполнения миссий дают процент правильных ответов от 0 до 100%, раздел «Обучение» - факт прохождения, без оценки, «Посадка дрона 1» - очки от 0 до 2000 в зависимости от качества посадки, «Удержание дрона 1» - очки от 0 до 2000 в зависимости от время зависания

Тестовое задания для проверки компетенции ПК-2

2. Практическое задание «Сбор датасетов в симуляторе AgroTechSim Desktop. Поиск сорняков».

Цель миссии:

Изучение процесса сбора датасетов. Отработка задачи поиска сорняков с помощью встроенного ИИ модуля.

Задачи миссии:

- Изучение передовых технологий ИИ в сельском хозяйстве. Получение навыков сбора датасетов для ИИ и использование встроенного ИИ при ручном полете.
- Запустить симулятор на карте Краснодарский край в свободном режиме.
- Выбрать в качестве дрона “Многофункциональный БПЛА”.
- Нажать кнопку М для включения режима создания датасетов.
- Выбрать частоту съемки (5 кадров в секунду).
- Взлететь на высоту 15 метров.
- Запустить сбор датасета. Летать в течение 1 минуты над полем.
- Пройти миссию «Поиск сорняков 87».

Параметры оценки:

В параметры оценки входит:

- При соблюдении параметров полета в результате должно быть не менее 300 снимков;
- Миссия «Поиск сорняков 87» в результате формирует результат в зависимости от найденных сорняков

Итоги миссий:

- Не менее 300 снимков
- Оценка за выполнение миссии «Поиск сорняков 87» от 0 до 3000

Последовательность действий:

1. Открыть симулятор
2. Выбрать свободный режим
3. Выбрать Многофункциональный БПЛА
4. Выбрать локацию Краснодарский край
5. Поднять дрон на 15м над землей.

2.6.2. Критерии оценивания

Качество освоения программы оценивается по результатам зачета. На зачете обучающимся предлагается выполнить итоговые задания в два этапа:

1. Контрольные вопросы по теории (менее 75% правильных ответов - оценка «незачет»; 75% и более правильных ответов - оценка «зачет»);

2. Выполнение контрольного практического задания. Успешность проведения более 60% максимального количества очков.

Обучающийся считается аттестованным, если он получил оценку "зачтено" и успешно выполнил контрольный полет.

2.6.3 Учебно-методические материалы

Основная литература:

1. Использование беспилотных авиационных систем в аграрном секторе : С.Г. Митин, Ю.М. Кацнельсон, М.С. Чижев, Р.В. Некрасов - Москва : ООО «Академия Принт», 2024 г. — 224 с. : фот., ил. — URL: <https://www.cnshb.ru/content/2025/04413334.pdf> (дата обращения: 11.08.2026).

2. Использование беспилотных авиационных систем в растениеводстве: метод. рек. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. – 100 с. — URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/9e2/i77jvvre9vxtnwpu4ojq3bi3wt1gpygf.pdf> (дата обращения: 11.08.2026).

3. Нугманов С.С. и др. Применение беспилотных аппаратов и сенсоров в координатном земледелии: монография. — Горно-Алтайск: РГАУ, 2022 (обновленное издание 2024).

4. Методические рекомендации по применению БАС в растениеводстве. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. — 120 с. — URL: <https://www.cnshb.ru/content/2025/04439007.pdf>

5. Преимущества применения БАС для обработки сельхозугодий. Научная статья в журнале «Наука и бизнес». — 2024. — № 12. — С. 45–52. — URL: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/92519/view>

6. Труфляк Е.В. Беспилотные технические средства в сельском хозяйстве: учебное пособие для вузов. — СПб.: Лань, 2025. — 84 с. — ISBN 978-5-507-51493-9. — URL: <https://e.lanbook.com/book/450731>

7. Учебное пособие по БАС для проекта «Кадры для БАС». — М.: АНО «Федеральный центр БАС», 2023 (переизд. 2024).

Дополнительная литература:

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 11.03.2010 № 138 «Об утверждении Правил использования воздушного пространства Российской Федерации»;

2. Федерального закона от 31.07.2020 № 258-ФЗ «Об экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций в Российской Федерации»;

3. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 3 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» (с изменениями и дополнениями).

4. Использование беспилотных авиационных систем в растениеводстве: метод. рек. Под общей ред. Журавлевой Е.В. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2024. – 100 с.

5. ГОСТ Р 59517-2021 "Беспилотные авиационные системы. Классификация и категоризация".

6. ГОСТ Р 59518-2021 "Беспилотные авиационные системы. Порядок разработки".

- 7.ГОСТ Р 59519-2021 "Беспилотные авиационные системы. Компоненты беспилотных авиационных систем. Спецификация и общие технические требования".
- 8.ГОСТ Р 59520-2021 "Беспилотные авиационные системы. Функциональные свойства станции внешнего пилота".
- 9.Об утверждении Федеральных авиационных правил «Предоставление метеорологической информации для обеспечения полетов воздушных судов». Приказ Минтранса России от 3 марта 2014 г. № 60.
10. Труфляк, Е. В. Беспилотные технические средства в сельском хозяйстве : учебное пособие для вузов / Е. В. Труфляк. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 84 с. — ISBN 978-5-507-51493-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/450731> (дата обращения: 11.08.2026).

2.7. Материально-технические условия

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Библиотека, читальный зал с выходом в Интернет	Самостоятельная работа	Оборудование и оснащение: Специализированная мебель: столы ученические – 15 шт., стулья – 30 шт. Технические средства обучения: Персональный компьютер с выходом в сеть «Интернет» – 12 шт.
Компьютерный класс	Лабораторные занятия Итоговая аттестация	Кабинет должен располагать учебно-тренажерной базой, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» с установленным программным обеспечением: симулятор AgroTechSim Desktop. Требования к персональному компьютеру: Операционная система: Astra Linux / РЕД ОС / Calculate Linux / иные отечественные дистрибутивы Linux; допускается Windows 10/11 Свободное место на диске: не менее 10 ГБ Видеопамять: не менее 4 ГБ Графический процессор: совместимый с DirectX 11 и/или OpenGL версии не ниже 4.5; уровень производительности не ниже NVIDIA GeForce GTX 1660 Super или эквивалентный Оперативная память: не менее 8 ГБ Процессор: не менее 4 ядер (Quad-Core), уровень производительности не ниже Intel Core i5 9-го поколения или эквивалентный
Агродроны	Летная практика	Сельскохозяйственный дрон (DJI Agras T40 или DJI Agras T50), предназначенный для высокопроизводительного опрыскивания полей и разбрасывания сухих смесей, оснащенный мощной силовой установкой со сдвоенными роторами (до 50 кг полезной нагрузки) – 2 шт.

Программное обеспечение:

1. Офисный пакет LibreOffice
2. Браузер Google Chrome, Яндекс Браузер
3. Платформа МТС Линк
4. Симулятор AgroTechSim Desktop

Перечень информационных справочных систем

1. «Консультант Плюс» - законодательство РФ.