

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Волхонов Михаил Станиславович
Должность: Ректор
Дата подписания: 15.10.2026 10:33:41
Уникальный программный код:
40a6db1879d6a9ee29ec8e0ffb2f95e4614a0998

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«КОСТРОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета агробизнеса

Татьяна Виссарионовна
Головкова

Подписано цифровой
подписью: Татьяна
Виссарионовна Головкова

10 июня 2026 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

**Роботизированные и беспилотные системы в
сельском хозяйстве**

Направление подготовки
/специальность

35.03.04 Агрономия

Направленность (специализация) «Селекция и микрклональное размножение овощных и
плодово-ягодных культур»

Квалификация выпускника

бакалавр

Форма обучения

очная

Срок освоения ОПОП ВО

4 года ё

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний, умений и уровня приобретенных компетенций студентов направления подготовки 35.03.04 Агрономия по дисциплине Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве

Составитель:

Виктория
Викторовна
Смирнова

Подписано цифровой
подписью: Виктория
Викторовна Смирнова
Дата: 2026.05.22 21:21:34 +03'00'

Фонд оценочных средств обсужден на заседании кафедры агрохимии, биологии и защиты растений, протокол № 8 от 22 мая 2026 г.

Заведующий кафедрой агрохимии,
биологии и защиты растений

Виктория
Викторовна
Смирнова

Подписано цифровой
подписью: Виктория
Викторовна Смирнова
Дата: 2026.05.22 21:21:52
+03'00'

Согласовано:

Председатель методической комиссии
факультета агробизнеса
протокол № 6 от 09 июня 2026 года

Алексей Николаевич
Сорокин

Подписано цифровой
подписью: Алексей
Николаевич Сорокин

Паспорт фонда оценочных средств

Таблица 1

Модуль дисциплины	Формируемые компетенции или их части	Оценочные материалы и средства	Количество
1. Введение в роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве	ОПК-7. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	Тестовые задания	10
		Вопросы для опроса	8
2. Роботизированная техника в растениеводстве	ОПК-7. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности. ПК-12 Способен осуществлять общий контроль реализации технологического процесса и корректировать его меры в случае выявления отклонений	Тестовые задания	22
		Вопросы для опроса	16
3. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг	ОПК-7. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности. ПК-12 Способен осуществлять общий контроль реализации технологического процесса и корректировать его меры в случае выявления отклонений	Тестовые задания	9
		Вопросы для опроса	15
4. Цифровые платформы и программное обеспечение для управления роботизированной техникой и БПЛА	ОПК-7. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности. ПК-12 Способен осуществлять общий контроль реализации технологического процесса и корректировать его меры в случае выявления отклонений	Тестовые задания	10
		Вопросы для опроса	8
5. Экономика внедрения роботизированных и беспилотных систем	ПК-12 Способен осуществлять общий контроль реализации технологического процесса и корректировать его меры в случае выявления отклонений	Тестовые задания	10
6. Безопасность, правовые и экологические аспекты применения роботизированных и БПЛА	ПК-12 Способен осуществлять общий контроль реализации технологического процесса и корректировать его меры в случае выявления отклонений	Тестовые задания	10

1 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Модуль 1. Введение в роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве

Таблица 2.1 – Формируемые компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
ОПК-7. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	ИД-1 _{ОПК-7} - использует системы точного земледелия и геоинформационных технологий (ГИС) для анализа пространственной неоднородности полей, составления карт-заданий и контроля выполнения агротехнических операций.	Тестовые задания Вопросы для опроса

Модуль 2. Роботизированная техника в растениеводстве

Таблица 2.2 – Формируемые компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
ОПК-7. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	ИД-1 _{ОПК-7} - использует системы точного земледелия и геоинформационных технологий (ГИС) для анализа пространственной неоднородности полей, составления карт-заданий и контроля выполнения агротехнических операций.	Тестовые задания Вопросы для опроса
ПК-12 Способен осуществлять общий контроль реализации технологического процесса и корректировать его меры в случае выявления отклонений	ИД-1 _{ПК-12} – обосновывает методы и параметры контроля качества выполнения основных технологических операций в растениеводстве (посев, уход, защита растений, уборка), агротехнические требования к качеству продукции и критерии допустимых отклонений от технологического регламента, способы и средства оперативной корректировки технологий при изменении погодных условий или выявлении нарушений. ИД-2 _{ПК-12} – осуществляет оперативный мониторинг состояния посевов и качества выполнения полевых работ, применяет измерительные приборы и средства автоматизации для выявления сбоев в техпроцессе, рассчитывает дозировки и нормы внесения ресурсов при необходимости внеплановой корректировки агротехнологий.	

Модуль 3. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг
Таблица 2.3 – Формируемые компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
ОПК-7. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	ИД-1 _{ОПК-7} - использует системы точного земледелия и геоинформационных технологий (ГИС) для анализа пространственной неоднородности полей, составления карт-заданий и контроля выполнения агротехнических операций.	Тестовые задания Вопросы для опроса
ПК-12 Способен осуществлять общий контроль реализации технологического процесса и корректировать его меры в случае выявления отклонений	ИД-1 _{ПК-12} – обосновывает методы и параметры контроля качества выполнения основных технологических операций в растениеводстве (посев, уход, защита растений, уборка), агротехнические требования к качеству продукции и критерии допустимых отклонений от технологического регламента, способы и средства оперативной корректировки технологий при изменении погодных условий или выявлении нарушений. ИД-2 _{ПК-12} – осуществляет оперативный мониторинг состояния посевов и качества выполнения полевых работ, применяет измерительные приборы и средства автоматизации для выявления сбоев в техпроцессе, рассчитывает дозировки и нормы внесения ресурсов при необходимости внеплановой корректировки агротехнологий.	

Модуль 4. Цифровые платформы и программное обеспечение для управления роботизированной техникой и БПЛА
Таблица 2.4 – Формируемые компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
ОПК-7. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.	ИД-1 _{ОПК-7} - использует системы точного земледелия и геоинформационных технологий (ГИС) для анализа пространственной неоднородности полей, составления карт-заданий и контроля выполнения агротехнических операций.	Тестовые задания Вопросы для опроса
ПК-12 Способен осуществлять общий	ИД-1 _{ПК-12} – обосновывает методы и параметры контроля качества выполнения	

контроль реализации технологического процесса и корректировать его меры в случае выявления отклонений	основных технологических операций в растениеводстве (посев, уход, защита растений, уборка), агротехнические требования к качеству продукции и критерии допустимых отклонений от технологического регламента, способы и средства оперативной корректировки технологий при изменении погодных условий или выявлении нарушений. ИД-2_{ПК-12} – осуществляет оперативный мониторинг состояния посевов и качества выполнения полевых работ, применяет измерительные приборы и средства автоматизации для выявления сбоев в техпроцессе, рассчитывает дозировки и нормы внесения ресурсов при необходимости внеплановой корректировки агротехнологий.	
---	---	--

Модуль 5. Экономика внедрения роботизированных и беспилотных систем

Таблица 2.5 – Формируемые компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
ПК-12 Способен осуществлять общий контроль реализации технологического процесса и корректировать его меры в случае выявления отклонений	ИД-1_{ПК-12} – обосновывает методы и параметры контроля качества выполнения основных технологических операций в растениеводстве (посев, уход, защита растений, уборка), агротехнические требования к качеству продукции и критерии допустимых отклонений от технологического регламента, способы и средства оперативной корректировки технологий при изменении погодных условий или выявлении нарушений. ИД-2_{ПК-12} – осуществляет оперативный мониторинг состояния посевов и качества выполнения полевых работ, применяет измерительные приборы и средства автоматизации для выявления сбоев в техпроцессе, рассчитывает дозировки и нормы внесения ресурсов при необходимости внеплановой корректировки агротехнологий.	Тестовые задания

Модуль 6. Безопасность, правовые и экологические аспекты применения
роботизированных и БПЛА

Таблица 2.6 – Формируемые компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
ПК-12 Способен осуществлять общий контроль реализации технологического процесса и корректировать его меры в случае выявления отклонений	ИД-1_{ПК-12} – обосновывает методы и параметры контроля качества выполнения основных технологических операций в растениеводстве (посев, уход, защита растений, уборка), агротехнические требования к качеству продукции и критерии допустимых отклонений от технологического регламента, способы и средства оперативной корректировки технологий при изменении погодных условий или выявлении нарушений. ИД-2_{ПК-12} – осуществляет оперативный мониторинг состояния посевов и качества выполнения полевых работ, применяет измерительные приборы и средства автоматизации для выявления сбоев в техпроцессе, рассчитывает дозировки и нормы внесения ресурсов при необходимости внеплановой корректировки агротехнологий.	Тестовые задания

Оценочные материалы и средства для проверки сформированности компетенций

Модуль 1. Введение в роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве

Тестовые задания

Выберите один правильный вариант

Какое из понятий описывает стационарную или подвижную техническую систему, способную выполнять производственные операции в АПК автономно или полуавтономно с помощью датчиков, исполнительных механизмов и систем управления?

- а) Беспилотная система
- +б) Роботизированная система
- в) Автономная машина
- г) Механизированное орудие

2. В чем заключается ключевое отличие «беспилотной системы» (например, БПЛА мультироторного типа) от «автономной машины» (например, беспилотного трактора) при выполнении полевых работ?

- а) Беспилотная система всегда управляется человеком дистанционно, а автономная машина — нет
- б) Автономная машина способна передвигаться только по рельсовым путям
- +в) Беспилотная система осуществляет перемещение в воздушной или водной среде без экипажа на борту, в то время как автономная машина является наземным самоходным средством
- г) Между этими понятиями нет никаких конструктивных и функциональных различий

3. Какая историческая веха считается отправной точкой массового внедрения элементов роботизации и систем точного позиционирования (GPS/ГЛОНАСС) в коммерческом сельском хозяйстве мира?

- а) Конец XIX века (появление паровых плугов)
- б) 1920–1930-е годы (изобретение конвейерной сборки тракторов)
- +в) 1990–2000-е годы (коммерциализация систем параллельного вождения и картирования урожайности)
- г) После 2020 года (внедрение генеративного искусственного интеллекта)

4. Какая мировая тенденция является ключевым драйвером развития роботизации сельского хозяйства в развитых странах и в России в последние годы?

- +а) Дефицит квалифицированной рабочей силы в сельской местности и необходимость снижения себестоимости продукции
- б) Полный отказ от использования химических средств защиты растений в пользу ручной прополки
- в) Переход всех агрохозяйств исключительно на малую авиацию
- г) Законодательный запрет на использование дизельного топлива

5. Какова главная роль агронома при внедрении и эксплуатации роботизированных и беспилотных технологий в хозяйстве?

- а) Написание программного кода и алгоритмов для систем машинного зрения
- +б) Постановка технологических задач, калибровка датчиков под биологические особенности культур, интерпретация полученных данных и принятие управленческих решений
- в) Физический ремонт гидравлических приводов и пайка микросхем робота в полевых условиях
- г) Выполнение функций пилота-оператора без права анализа агрономических показателей

6. К какой группе роботизированных систем по функциональному назначению относятся автоматизированные платформы, оснащенные мультиспектральными камерами и датчиками NDVI, осуществляющие регулярный облет полей?

- а) Посев
- б) Уход за посевами
- +в) Мониторинг
- г) Внесение СЗР и удобрений

7. Роботизированные системы для «ухода за посевами» (например, роботы-пропольщики) чаще всего используют машинное зрение для:

- а) Определения глубины залегания грунтовых вод
- +б) Распознавания культурных растений и дифференциации их от сорной растительности для механического или точечного химического удаления сорняков
- в) Измерения высоты облаков над полем
- г) Подсчета количества проезжающих мимо автомобилей

8. Какая технологическая подсистема робота отвечает за сбор информации о внешней среде (температура, влажность, наличие препятствий, рельеф почвы)?

- а) Исполнительная система (актуаторы, приводы)
- +б) Сенсорная система (датчики, лидары, камеры)
- б) Управляющая система (бортовой компьютер, контроллеры)
- г) Система питания (аккумуляторы, генераторы)

9. Что из перечисленного относится к исполнительным компонентам (актуаторам) робототехнической системы в АПК?

- а) Ультразвуковой датчик расстояния
- б) Навигационный модуль GPS/ГЛОНАСС
- +в) Электродвигатели, гидроцилиндры и сервоприводы, приводящие в движение рабочие органы
- г) Центральный процессор бортового компьютера

10. При классификации роботов в АПК по типу базирования и перемещения, к какому классу относятся роботизированные доильные установки (добровольные системы доения)?

- а) Мобильные полевые роботы
- б) Беспилотные авиационные системы (БАС)
- +в) Стационарные роботизированные комплексы
- г) Погружные гидроботы

Вопросы для опроса

1. Роботизация и цифровизация сельского хозяйства.
2. Понятия: робот, роботизированная система, беспилотная система, автономная машина.
3. История развития робототехники.
4. Тенденции развития роботизации и автоматизации сельского хозяйства в мире и в России.
5. Роль агронома в применении и внедрении роботизированных и беспилотных технологий.
6. Классификация роботизированных и беспилотных систем в АПК.
7. Классификация роботизированных и беспилотных систем по функциональному назначению: посев, уход за посевами, внесение СЗР и удобрений, уборка, мониторинг.
8. Структура и компоненты робототехнических систем.

Модуль 2. Роботизированная техника в растениеводстве

Тестовые задания

Выберите один правильный вариант:

1. Системы телеметрии и мониторинга сельскохозяйственной техники не выполняют функции....
 - а) анализа времени работы
 - б) +принятия агрономических решений
 - в) оптимизации производительности

- г) автоматического документирования
2. **Что относится к функциям системы технического зрения сельскохозяйственного робота:**
- а) распознавание объекта
 - б) определение координат объекта
 - в) обнаружение объекта
 - г) +все вышеперечисленное
3. **Захват робота движется по заданной траектории, стараясь не отклоняться от заданной ошибки позиционирования. К какому типу управления относится этот случай:**
- а) адаптивное
 - б) копирующее
 - в) +позиционное
 - г) полуавтоматическое
4. **Какое основное назначение сельскохозяйственного робота ecoRobotix?**
- а) +прополка
 - б) сбор плодов
 - в) сортировка
 - г) мониторинг
5. **Какой метод используется роботами и автономными транспортными средствами для построения карты в неизвестном пространстве или для обновления карты в заранее известном пространстве с одновременным контролем текущего местоположения и пройденного пути?**
- а) MOCAP
 - б) Фотограмметрия
 - в) OpticalFlow
 - г) +SLAM
6. **К приборам точного позиционирования на местности можно отнести**
- а) +GPS-приемник
 - б) бортовой компьютер
 - в) автоматический пробоотборник
7. **Какой технический инструмент позволяет с достоверной точностью определить объем работ и качество выполненных технологических операций?**
- а) спутник с разрешающей способностью 10-250 м
 - б) спутник с разрешающей способностью 0,6-1,5 м
 - в) +беспилотный летательный аппарат
 - г) все вышеперечисленные
8. **Основными функциональными элементами системы картирования урожайности являются:**
- а) датчик оборотов жатки, бункер, молотильный барабан
 - б) +датчик объема намолота, датчик влажности, GPS-датчик
 - в) датчик скорости комбайна, датчик оборотов молотильного барабана
 - г) датчик оборотов жатки, датчик скорости комбайна
9. **Какие из датчиков не используют при определении биомассы культуры?**
- а) ультразвуковые
 - б) +радиационные
 - в) лазерные
 - г) радиолокационные
10. **Для точного позиционирования техники в пространстве используют...**
- а) поправку на превышение над уровнем моря
 - б) поправку на уклон местности
 - в) обе перечисленные поправки

- г) +данные поправки не используются
- 11. В каких странах существуют глобальные спутниковые системы навигации?**
- а) США
 - б) +Россия, США
 - в) Россия
 - г) Франция
- 12. Какой из спутников дистанционного зондирования земли способен передавать данные о температуре почвы?**
- а) SENTINEL 2
 - б) LANDSAT 8
 - в) +MODIS
 - г) все вышеперечисленные
- 13. В точном земледелии системы параллельного вождения сельскохозяйственных агрегатов используются на этапе**
- а) сбора информации
 - б) анализа информации и принятия решений
 - в) +проведения технологических операций
- 14. Дифференцированное определение индекса NDVI позволяет определить...**
- а) +проблемные участки поля
 - б) прогнозируемую урожайность
 - в) дозы дифференцированного внесения удобрений
 - г) качество полученной продукции
- 15. Какие формы минеральных удобрений возможно вносить дифференцированно, автоматически меняя норму внесения по заранее заложенной карте-заданию?**
- а) только жидкие
 - б) только гранулированные
 - в) +жидкие и гранулированные
 - г) пылевидные
- 16. Какова площадь элементарного участка поля при составлении цифровой карты-задания для дифференцированного внесения удобрений?**
- а) +не более 5 га
 - б) не более 10 га
 - в) не более 40 га
 - г) не более 50 га
- 17. Для дифференцированного применения гранулированных минеральных удобрений в основное внесение осенью наиболее целесообразным является использование...**
- а) одноэтапных подходов (online)
 - б) +двухэтапных подходов (offline)
 - в) всех перечисленных
 - г) перечисленные подходы не используются при внесении удобрений
- 18. Для дифференцированного применения азотных удобрений при проведении подкормки возможно использование...**
- а) одноэтапных подходов (online)
 - б) двухэтапных подходов (offline)
 - в) +всех перечисленных
 - г) перечисленные подходы не используются при внесении азотных удобрений
- 19. Основная цель дифференцированного применения минеральных удобрений ...**
- а) +создание оптимального режима питания растений на разных участках поля
 - б) обеспечение равномерной заделки удобрений в почву
 - в) снижение нагрузки на используемую технику для внесения удобрений
 - г) заделка удобрений на оптимальную глубину

- 20. Для дифференцированного применения гербицидов преимущественно используют...**
- а) одноэтапные подходы (online)
 - б) +двухэтапные подходы (offline)
 - в) применимы оба варианта
 - г) оба варианта неприменимы
- 21. Расположите этапы технологии точного земледелия в хронологической последовательности:**
- а) создание электронных карт полей;
 - б) создание базы данных по полям (площадь, урожайность, фактические и нормативные агрохимические и агрофизические свойства, уровень развития растений и т.д);
 - в) проведение анализа в программном обеспечении и выдача наглядных форм для выработки решений;
 - г) выдача команд по принимаемым решениям на чип-картах, которые загружаются в робототехнические устройства на сельскохозяйственные агрегаты для дифференцированного проведения сельскохозяйственных операций.
- 22. Расположите этапы подготовительных работ технологии точного земледелия в хронологической последовательности:**
- а) разбить поле на единицы управления – квадраты, которые имеют одинаковые площади, удобные для обработки агрегатами, собственные номера и считаются однородными элементарными участками (одинаковыми по почвенным характеристикам, содержанию питательных веществ, каменистости и другим параметрам) с пространственной привязкой к местности;
 - б) на каждом участке отобрать почвенные пробы с пространственной привязкой к местности;
 - в) определить содержание питательных веществ по каждой единице управления (на каждом участке);
 - г) построить карту распределения агрохимических показателей;
 - д) обработать, проанализировать с помощью программного средства и составить технологическую карту дифференцированного внесения удобрений.

Вопросы для опроса

1. Операции, которые могут выполнять роботизированные системы
2. Особенности сельскохозяйственного производства, которые необходимо учитывать при создании роботов
3. Проблемы и пути их решения при создании роботов
4. Состояние оснащения роботизированной техникой в растениеводстве
5. Основные направления создания роботов в растениеводстве
6. Особенности и программно-техническое обеспечение роботизированных систем в растениеводстве
7. Роботизированные тракторы и самоходная техника.
8. Автоматическое и параллельное вождение тракторов и самоходных машин.
9. Навигационные системы, основы работы автопилотов.
10. Мобильные роботы для полевых и садовых культур.
11. Колёсные и гусеничные роботизированные платформы для ухода за культурами.
12. Роботы опрыскиватели, роботы для междурядной обработки, подкормки, прополки.
13. Роботизированные системы внесения СЗР и удобрений.
14. Принципы дифференцированного внесения ресурсов.
15. Датчики дозирования, карты - задания, связь с данными агромониторинга.
16. Пути снижения расхода СЗР и удобрений за счёт роботизации.

Модуль 3. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг

Тестовые задания

Выберите один правильный вариант:

1. **Мультиспектральные снимки, сделанные с помощью БПЛА, позволяют определять....**
 - а) +индекс NDVI
 - б) виды сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур
 - в) виды вредителей в посевах сельскохозяйственных культур
 - г) урожайность культуры на конкретном поле
2. **Для чего используют мультиспектральные камеры, устанавливая их на беспилотные летательные аппараты?**
 - а) для мониторинга техники
 - б) +для определения индекса NDVI
 - в) для наблюдения за выполнением технологических операций в темное время суток
 - г) для отслеживания теплокровных вредителей посевов
3. **В настоящее время наиболее эффективным способом использования беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве является...**
 - а) +мониторинг посевов
 - б) отбор почвенных проб
 - в) внесение удобрений
 - г) внесение пестицидов
4. **При помощи каких аппаратов получают космические снимки?**
 - а) самолеты
 - б) беспилотные летательные аппараты
 - в) спутниковые системы
 - г) +всех вышеперечисленных
5. **Что является “мозгом” коптера?**
 - а) +плата управления
 - б) радиоприемник
 - в) полетный контроллер
 - г) регулятор оборотов (ESC)
6. **За счет чего происходит позиционирование коптера на улице?**
 - а) такое невозможно!
 - б) датчики (акселерометр, барометр, гироскоп)
 - в) +GPS
 - г) ArUco маркеры
7. **В точном земледелии дистанционные методы зондирования (ДДЗ) используются для...**
 - а) +сбора информации
 - б) анализа информации и принятия решений
 - в) проведения технологических операций
8. **Как расшифровывается аббревиатура NDVI?**
 - а) индекс высоты растительного покрова
 - б) +нормализованный относительный индекс растительности
 - в) индекс густоты стояния растений
9. **Какие вы знаете системы спутникового мониторинга, используемые для оценки состояния полей и метеоусловий?**
 - а) Raven Cruizer
 - б) «Штурман»
 - в) +«ВЕГА»
 - г) «АгроДозор»

Вопросы для опроса

1. Современное состояние использования БПЛА в сельском хозяйстве и его перспективы.
2. Задачи решаемые БПЛА и их технические возможности.
3. Преимущества и недостатки БПЛА.
4. Классификация и устройство БПЛА для сельского хозяйства.
5. Классификация БПЛА: мультироторные, самолётного типа и др.
6. Основные компоненты БПЛА: планер, силовая установка, система управления, полезная нагрузка, их функциональные особенности.
7. Особенности выбора БПЛА для задач агрономии.
8. Сенсоры и полезная нагрузка БПЛА.
9. RGB-камеры, мульти- и гиперспектральные камеры, термокамеры.
10. Принципы дистанционного зондирования посевов.
11. Индексы вегетации (NDVI и др.) на уровне оператора-агронома, ограничения и типичные погрешности.
12. Планирование полётов БПЛА и сбор данных.
13. Планирование маршрутов полёта БПЛА: высота, перекрытие, скорость, безопасные зоны.
14. Программное обеспечение для планирования миссий.
15. Организация полевых работ с БПЛА в хозяйстве (роль агронома).

Модуль 4. Цифровые платформы и программное обеспечение для управления роботизированной техникой и БПЛА

Тестовые задания

Выберите один правильный вариант:

1. Что является главным результатом интеграции данных от БПЛА, спутников и наземных датчиков на единой цифровой платформе?

- А) Замена агронома автоматизированным искусственным интеллектом.
- +Б) Создание комплексных карт предписаний и принятие обоснованных управленческих решений.
- В) Исключение необходимости использования сельскохозяйственной техники.
- Г) Увеличение рутинного документооборота в хозяйстве.

2. Каковы основные функции цифровой платформы точного земледелия?

- А) Автоматическая продажа собранного урожая на бирже.
- Б) Управление бухгалтерским учетом и выплатой заработной платы.
- +В) Сбор, хранение, визуализация агроданных и расчет вегетационных индексов.
- Г) Дистанционное управление движением трактора в реальном времени.

3. Каковы преимущества использования данных со спутников по сравнению с БПЛА при мониторинге полей?

- А) Более высокое пространственное разрешение (до нескольких сантиметров).
- Б) Возможность съемки в любую погоду сквозь плотные облака.
- +В) Большой охват территорий и регулярность бесплатных или условно-дешевых снимков.
- Г) Отсутствие необходимости в интернет-соединении для обработки.

4. В чем заключается главная роль агронома при работе с цифровой платформой точного земледелия?

- А) Программирование алгоритмов платформы и написание исходного кода.
- +Б) Анализ консолидированных данных, верификация аномалий на поле и принятие финальных решений.
- В) Техническое обслуживание серверов и сетевого оборудования.
- Г) Ручной ввод всех метеорологических параметров каждые два часа.

5. Какие данные, поступающие на цифровую платформу, позволяют оценить текущую биомассу и здоровье растений на конкретном участке поля?

- А) Данные датчиков расхода топлива с бортовых компьютеров техники.
- Б) Электронные технологические карты прошлых лет.
- +В) Вегетационные индексы (например, NDVI), рассчитанные по мультиспектральным снимкам.

Г) Информация о глубине заложения грунтовых вод от стационарных скважин.

6. Какая функция специализированного ПО отвечает за создание траектории движения беспилотного трактора или БПЛА с учетом геометрии поля и препятствий?

- А) Мониторинг выполнения.
- +Б) Планирование полетных заданий / маршрутов (миссий).
- В) Ведение журналов выполненных работ.
- Г) Формирование бухгалтерской отчетности.

7. Программное обеспечение позволяет агроному работать с интерфейсом в виде многослойной карты. Какое сочетание слоев наиболее эффективно для точечного внесения азотных удобрений?

- А) Карта границ полей + Карта кадастровой стоимости.
- Б) Карта рельефа + Слои с треками движения бензовозов.
- +В) Актуальная карта индекса NDVI + Карта зон продуктивности почв.
- Г) Слой истории севооборота за 20 лет + Прогноз погоды на месяц.

8. Какая функция ПО автоматизирует фиксацию таких параметров, как обработанная площадь, время работы, средняя скорость и расход топлива механизированным отрядом?

- А) Модуль прогнозирования рыночных цен.
- +Б) Функция ведения цифровых журналов работ и трекинга техники.
- В) Конструктор технологических карт.
- Г) Модуль калибровки датчиков влажности зерна.

9. Каким образом осуществляется наиболее эффективный обмен полетными заданиями и картами предписаний между агрономом и инженером/оператором техники?

- А) Передачей устных указаний по рации или телефону.
- +Б) Экспортом файлов из ПО (в форматах SHP, ISO-XML) через облачный сервис платформы или USB-накопитель.
- В) Записью координат ключевых точек на бумажном носителе.
- Г) Перерисовкой контуров полей инженером вручную на терминале трактора.

10. Что позволяет делать функция «мониторинг выполнения» в режиме реального времени в интерфейсе агронома?

- А) Автоматически изменять норму высева без предварительных расчетов.
- Б) Рассчитывать чистую прибыль от будущей реализации зерна.
- +В) Отслеживать текущее положение техники на карте, скорость, норму внесения материалов и факт отклонения от маршрута.
- Г) Дистанционно глушить двигатель трактора при любой ошибке оператора.

Вопросы для опроса

1. Цифровые платформы точного земледелия: функциональные особенности и принципы создания.
2. Привести примеры и анализ наиболее распространенных цифровых платформ для точного земледелия.
3. Механизмы интеграции данных от БПЛА, спутников, наземных сенсоров и техники.
4. Роль агронома в работе с цифровой платформой (анализ и принятие решений).
5. Программное обеспечение для управления роботизированной техникой и БПЛА.

6. Основные функции ПО: планирование заданий, мониторинг выполнения, ведение журналов работ.
7. Интерфейс пользователя – агронома: карты, слои, отчёты.
8. Как осуществляется обмен данными между агрономом и инженером/оператором техники в цифровых платформах?

Модуль 5. Экономика внедрения роботизированных и беспилотных систем

Тестовые задания

Выберите один правильный вариант:

- 1. Какая статья затрат относится к первоначальным капитальным вложениям (CAPEX) при внедрении беспилотных систем?**
 - А) Затраты на техническое обслуживание и ремонт
 - +Б) Затраты на приобретение оборудования и программного обеспечения
 - В) Расходы на оплату труда операторов БПЛА
 - Г) Стоимость горюче-смазочных материалов (ГСМ)
- 2. К какому типу издержек (ОРЕХ) относится регулярное обновление лицензий на специализированное ПО для роботизированных комплексов?**
 - А) Прямые материальные затраты
 - Б) Капитальные затраты
 - +В) Эксплуатационные расходы
 - Г) Внебюджетные расходы
- 3. Какой показатель эффективности напрямую отражает снижение затрат на материальные ресурсы при использовании беспилотных систем в сельском хозяйстве?**
 - +А) Дифференцированное внесение удобрений, уменьшающее их общий расход
 - Б) Сокращение штата сотрудников бухгалтерии
 - В) Рост рыночной стоимости земельного участка
 - Г) Увеличение общих затрат на электроэнергию
- 4. Внедрение робототехники позволяет снизить затраты на труд за счет:**
 - А) Увеличения численности обслуживающего персонала
 - Б) Повышения тарифных ставок для неквалифицированных рабочих
 - +В) Автоматизации рутинных процессов и высвобождения живого труда
 - Г) Снижения производительности технологических линий
- 5. Как использование БПЛА для мониторинга посевов влияет на показатели качества продукции и урожайности?**
 - А) Увеличивает долю брака из-за облучения растений
 - +Б) Позволяет выявлять очаги болезней на ранней стадии, предотвращая потери урожая
 - В) Не оказывает влияния, так как выполняет только декоративную функцию
 - Г) Снижает урожайность за счет уплотнения почвы воздушными потоками
- 6. Какой метод оценки окупаемости инвестиций НЕ учитывает фактор времени (дисконтирование)?**
 - А) Чистый дисконтированный доход (NPV)
 - Б) Внутренняя норма доходности (IRR)
 - +В) Простой (статический) срок окупаемости (PP)
 - Г) Индекс доходности дисконтированных инвестиций (PId)
- 7. Что означает показатель $NPV > 0$ при оценке проекта внедрения роботизированной системы?**
 - +А) Проект экономически эффективен и принесет доход выше стоимости капитала
 - Б) Проект является убыточным и его следует отклонить
 - В) Инвестиции окупятся ровно в последний день расчетного периода
 - Г) Проект имеет критический уровень рисков

8. Какой специфический риск наиболее характерен для эксплуатации беспилотных авиационных систем (БАС)?

- А) Риск изменения процентных ставок по кредитам
- Б) Риск морального устаревания бухгалтерского ПО
- +В) Техногенный риск (аварии, потеря связи, столкновения, кибератаки)
- Г) Риск изменения демографической ситуации в регионе

9. В структуру эксплуатационных затрат (ОРЕХ) роботизированных систем входит:

- А) Проектирование производственного цеха с нуля
- Б) Оплата таможенных пошлин при импорте робота
- +В) Затраты на амортизацию оборудования и регулярный сервис
- Г) Покупка патента на технологию производства

10. Какой подход к оценке рисков предполагает расчет различных сценариев развития событий (базового, оптимистичного и пессимистичного)?

- А) Метод экспертных оценок
- +Б) Сценарный анализ (анализ чувствительности)
- В) Метод аналогий
- Г) Инвентаризация убытков

Модуль 6. Безопасность, правовые и экологические аспекты применения роботизированных и БПЛА

Тестовые задания

Выберите один правильный вариант:

1. Какое ведомство в Российской Федерации отвечает за учет беспилотных гражданских воздушных судов и выдачу разрешений на использование воздушного пространства (на уровне общих положений)?

- а) Министерство сельского хозяйства (Минсельхоз)
- +б) Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация)
- в) Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций
- г) Федеральная служба по надзору в сфере природопользования

2. Начиная с какой максимальной взлетной массы (МВМ) гражданские беспилотные воздушные суда (БВС) подлежат обязательной государственной регистрации (или государственному учету) в РФ в соответствии с Воздушным кодексом?

- а) Свыше 150 грамм
- +б) Свыше 250 грамм
- б) Свыше 30 килограмм
- г) Обязательному учету подлежат абсолютно все аппараты, независимо от веса

3. В каком случае при выполнении визуальных полетов БПЛА (массой до 30 кг) в светлое время суток на высоте до 150 метров в пределах прямой видимости НЕ требуется получение разрешения на использование воздушного пространства (вне запретных зон)?

- а) Полет выполняется в личных целях над частным дачным участком
- +б) Полет выполняется для сельскохозяйственного мониторинга над собственными полями вне диспетчерских зон и зон ограничений полетов
- в) Любой полет БПЛА в РФ всегда требует обязательного установления временного или местного режима полетов
- г) Только если БПЛА весит менее 100 грамм

4. Какое действие является главным и первоочередным требованием охраны труда перед проведением технического обслуживания или очистки рабочих органов роботизированного трактора / полевого робота?

- а) Переключение робота в режим удаленного ожидания (Standby)
- +б) Полное отключение питания, блокировка запуска двигателя (аккумулятора) и фиксация подвижных элементов

- в) Очистка датчиков и лидаров влажной ветошью
- г) Проверка уровня сигнала сотовой связи или GPS

5. Что в обязательном порядке должна включать в себя зона базирования, обслуживания и запуска сельскохозяйственных БПЛА-опрыскивателей согласно правилам охраны труда и техники безопасности?

- +а) Специальную площадку для заправки агрохимикатами с наличием средств индивидуальной защиты (СИЗ) и средств нейтрализации химикатов
- б) Стационарный навес из металлопрофиля для защиты от любых осадков
- г) Подключение к трехфазной электросети 380 В
- д) Систему кондиционирования воздуха

6. Какое минимальное требование безопасности предъявляется к персоналу (оператору/инженеру), находящемуся в поле во время автономной работы роботизированного полевого агрегата?

- а) Нахождение в кабине вспомогательного транспортного средства
- +б) Постоянное нахождение вне опасной (буферной) зоны работы робота и наличие при себе устройства экстренной остановки (кнопки Emergency Stop)
- в) Обязательное ношение светоотражающего жилета и каски на расстоянии не менее 2 метров от траектории движения
- г) Контроль движения робота строго по ходу его следования на расстоянии до 5 метров

7. Кто из специалистов несет главную ответственность за формирование полетного задания (карты предписания), определение дозировки внесения препаратов и выбор фазы вегетации для обработки полей с помощью БПЛА?

- а) Оператор БПЛА
- б) Главный инженер предприятия
- +в) Агроном (агроном-технолог)
- г) Программист-разработчик беспилотной системы

8. В чьи должностные обязанности входит непосредственная предполётная проверка узлов БПЛА, запуск аппарата, оперативный контроль параметров полета в воздухе и безопасное приземление беспилотника?

- а) Агронома
- +б) Оператора БПЛА (внешнего пилота)
- в) Инженера по автоматизации
- г) Руководителя службы безопасности хозяйства

9. Какой специалист отвечает за проведение планового ТО, калибровку датчиков и лидаров, ремонт механических и электронных компонентов роботизированных систем при их отказе в полевых условиях?

- а) Агроном
- б) Оператор БПЛА
- +в) Инженер (инженер по эксплуатации / сервисный техник)
- г) Специалист по охране труда

10. Как распределяется ответственность между членами полевой команды, если роботизированный комплекс нанес ущерб посевам из-за сбоя в программно-аппаратной части, которая не была вовремя проверена при плановом техобслуживании?

- а) Вся ответственность ложится на агронома, так как он отвечает за это поле
- +б) Ответственность несет инженер, не обеспечивший исправное техническое состояние системы, и оператор, если он проигнорировал предупреждения системы при запуске
- в) Ответственность аннулируется, так как это форс-мажорные действия искусственного интеллекта
- г) Ответственность несет исключительно производитель техники, независимо от качества обслуживания хозяйства

Таблица 3 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1 _{ОПК-7} - использует системы точного земледелия и геоинформационных технологий (ГИС) для анализа пространственной неоднородности полей, составления карт-заданий и контроля выполнения агротехнических операций.	Студент умеет использовать системы точного земледелия и геоинформационных технологий (ГИС) для анализа пространственной неоднородности полей, составления карт-заданий и контроля выполнения агротехнических операций, но не совсем твердо владеет материалом, при ответах допускает малосущественные погрешности, искажения логической последовательности, неточную аргументацию теоретических положений, испытывает затруднения при решении практических задач.	Студент по существу отвечает на поставленные задания, с небольшими погрешностями приводит формулировки определений, умеет использовать системы точного земледелия и геоинформационных технологий (ГИС) для анализа пространственной неоднородности полей, составления карт-заданий и контроля выполнения агротехнических операций, но допускает неточности в применении этих знаний для решения практических задач.	Студент правильно и логически стройно излагает учебный материал, умеет использовать системы точного земледелия и геоинформационных технологий (ГИС) для анализа пространственной неоднородности полей, составления карт-заданий и контроля выполнения агротехнических операций, успешно применяет теоретические знания к решению практических задач.
ИД-1 _{ПК-12} – обосновывает методы и параметры контроля качества выполнения основных технологических операций в растениеводстве (посев, уход, защита растений, уборка),	Студент обосновывает методы и параметры контроля качества выполнения основных технологических операций в растениеводстве (посев, уход, защита растений, уборка),	Студент по существу отвечает на поставленные задания, с небольшими погрешностями приводит формулировки определений, обосновывает методы и параметры	Студент правильно и логически стройно излагает учебный материал, умеет обосновать методы и параметры контроля качества выполнения основных технологических операций в

агротехнические требования к качеству продукции и критерии допустимых отклонений от технологического регламента, способы и средства оперативной корректировки технологий при изменении погодных условий или выявлении нарушений.	агротехнические требования к качеству продукции и критерии допустимых отклонений от технологического регламента, способы и средства оперативной корректировки технологий при изменении погодных условий или выявлении нарушений, но не совсем твердо владеет материалом, при ответах допускает малосущественные погрешности, искажения логической последовательности, неточную аргументацию теоретических положений, испытывает затруднения при решении практических задач.	контроля качества выполнения основных технологических операций в растениеводстве (посев, уход, защита растений, уборка), агротехнические требования к качеству продукции и критерии допустимых отклонений от технологического регламента, способы и средства оперативной корректировки технологий при изменении погодных условий или выявлении нарушений, но допускает неточности в применении этих знаний для решения практических задач.	растениеводстве (посев, уход, защита растений, уборка), агротехнические требования к качеству продукции и критерии допустимых отклонений от технологического регламента, способы и средства оперативной корректировки технологий при изменении погодных условий или выявлении нарушений, успешно применяет теоретические знания к решению практических задач.
ИД-2ПК-12 – осуществляет оперативный мониторинг состояния посевов и качества выполнения полевых работ, применяет измерительные приборы и средства автоматизации для выявления сбоев в техпроцессе, рассчитывает дозировки и нормы внесения ресурсов при необходимости внеплановой	Студент умеет осуществлять оперативный мониторинг состояния посевов и качества выполнения полевых работ, применяет измерительные приборы и средства автоматизации для выявления сбоев в техпроцессе, рассчитывает дозировки и нормы внесения ресурсов при необходимости внеплановой корректировки	Студент по существу отвечает на поставленные задания, с небольшими погрешностями приводит формулировки определений, умеет осуществлять оперативный мониторинг состояния посевов и качества выполнения полевых работ, применяет измерительные приборы и средства	Студент правильно и логически стройно излагает учебный материал, умеет осуществлять оперативный мониторинг состояния посевов и качества выполнения полевых работ, применяет измерительные приборы и средства автоматизации для выявления сбоев в техпроцессе, рассчитывает дозировки и нормы

корректировки агротехнологий.	агротехнологий, но не совсем твердо излагает материал, при ответах допускает малосущественные погрешности, искажения логической последовательности, неточную аргументацию теоретических положений, испытывает затруднения при решении практических задач.	автоматизации для выявления сбоев в техпроцессе, рассчитывает дозировки и нормы внесения ресурсов при необходимости внеплановой корректировки агротехнологий, но допускает неточности в применении этих знаний для решения практических задач.	внесения ресурсов при необходимости внеплановой корректировки агротехнологий, успешно применяет теоретические знания к решению практических задач.
-------------------------------	---	--	--

2 ОЦЕНИВАНИЕ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЕМЫХ УЧЕБНЫМ ПЛАНОМ

Письменные работы по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Форма промежуточной аттестации по дисциплине экзамен.

ОПК-7 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

Задания закрытого типа:

Выберите один правильный вариант:

Выберите неправильное утверждение «Технологии точного земледелия позволяют...

- +исключить влияние погодных условий на производственный процесс в растениеводстве;
- экономить удобрения, средства защиты растений, топливно-смазочные материалы, благодаря использованию ресурсосберегающих технологий;
- снизить себестоимость продукции;
- повысить производительность и эффективность сельского хозяйства.

Какие современные цифровые технологии в растениеводстве работают с использованием электронных карт полей?

- базовые технологии Интернет
- +технологии точного земледелия
- технологии создания виртуальной реальности
- мультимедиа технологии

В соответствии с ГОСТ Р 56084-2014 точное земледелие называют

- +координатное
- масштабное
- цифровое
- информационное

Мультиспектральные снимки, сделанные с помощью БПЛА, позволяют определять....

- +индекс NDVI
- виды сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур

виды вредителей в посевах сельскохозяйственных культур
урожайность культуры на конкретном поле

Как расшифровывается аббревиатура ГИС?

гидроинформационные системы
+геоинформационные системы
геологические изыскания Севера
главная исследовательская система

Какие формы минеральных удобрений возможно вносить дифференцированно, автоматически меняя норму внесения по заранее заложенной карте-заданию?

только жидкие
только гранулированные
+жидкие и гранулированные
только пылевидные

Основная цель дифференцированного применения минеральных удобрений ...

+создание оптимального режима питания растений на разных участках поля
обеспечение равномерной заделки удобрений в почву
снижение нагрузки на используемую технику для внесения удобрений
заделка удобрений на оптимальную глубину

Выберите правильный ответ: дистанционное зондирование это:

+сбор информации о поверхности Земли с помощью регистрирующего прибора без фактического контакта с ней
сбор информации о поверхности Земли с помощью наземных наблюдений
сбор информации о поверхности Земли с помощью подземных поисковых систем
сбор информации о поверхности Земли с помощью наземных цифровых поисковых систем

Для чего предназначены Геоинформационные системы (ГИС) в Интернете?

+поиска
анализа
модификации
редактирования

Задания открытого типа:

1. Расшифровать аббревиатуру БПЛА и дать понятие этому термину.

БПЛА (беспилотный летающий аппарат) – летательный аппарат без экипажа на борту, использующий аэродинамический принцип создания подъемной силы с помощью фиксированного или вращающегося крыла (БПЛА самолетного или вертолетного типа), оснащенный двигателем и имеющий полезную нагрузку и продолжительность полёта, достаточные для выполнения специальных задач.

2. Отличительные особенности и возможности использования БПЛА самолетного типа

БПЛА самолетного типа или летающее крыло – наиболее удобный вариант для облета больших территорий, характеризующийся высокими аэродинамическими показателями. БПЛА этого типа лучше всего подходит для мониторинга протяженных объектов или съемки в условиях значительного удаления. Но, из-за особенностей конструкции беспилотник должен постоянно двигаться и поэтому не может работать в режиме зависания над объектом, а также осуществлять съемку на ограниченных территориях.

3. Отличительные особенности и возможности использования БПЛА коптерного типа (дронов)

Коптерные беспилотники (квадрокоптеры) или дроны – могут оснащаться различным количеством винтов, что позволяет отлично справляться с точечной съемкой в одном месте для обследования небольшого земельного участка, трехмерного моделирования, опрыскивания. Квадрокоптеры отличаются простой конструкцией,

стабильностью полета и надежностью. К недостаткам БЛПА этого вида можно отнести небольшую скорость и ограниченное время полета из-за чего радиус действия меньше, чем у самолетных дронов.

4. Технические особенности и возможности применения БЛПА с ручным управлением

В БЛПА с ручным управлением оператором (дистанционное пилотирование) управление осуществляется с помощью дистанционного пульта управления в пределах оптической наблюдаемости или по видовой информации, поступающей с видеокамеры переднего обзора. При таком управлении оператор, прежде всего, решает задачу пилотирования: поддержание нужного курса, высоты и др.

Эти аппараты являются менее востребованными так как предъявляют более высокие требования к подготовке персонала и не обеспечивают безопасную и эффективную эксплуатацию систем беспилотных летательных аппаратов. Но, имеют более низкую стоимость.

5. Технические особенности и возможности применения БЛПА с автоматическим управлением

При автоматическом управлении обеспечивается возможность полностью автономного полета БЛПА по заранее заданной траектории на заданной высоте с заданной скоростью и со стабилизацией углов ориентации. Этот режим управления осуществляется с помощью бортовых программных устройств. Является наиболее востребованным, так как предъявляют наименьшие требования к подготовке персонала и обеспечивают безопасную и эффективную эксплуатацию систем беспилотных летательных аппаратов. Полностью автоматическое управление может быть оптимальным решением для задач аэрофотосъемки заданного участка, когда нужно снимать на большом удалении от места базирования вне контакта с наземной станцией.

6. Технические возможности БЛПА которые можно использовать в сельском хозяйстве

БЛПА в сельском хозяйстве способны выполнять разнообразные операции.

– Аэрофотосъемку – необходимую для выявления проплешин, гибели урожая после воздействия природных факторов и других дефектов, нуждающихся в своевременном устранении.

– Видеосъемку – производительность летательного аппарата при видеосъемке достигает 30 км² за 1 час, что существенно снижает временные и финансовые затраты по сравнению с использованием наземных видов обследования или пилотируемой авиации.

– 3D моделирование – позволяет определять переувлажненные или засушливые территории, выемку грунта, грамотно создавать планы и карты увлажнения или осушения почвы, рекультивации участков или мелиорации земель.

– Лазерное сканирование – применяется для анализа местности на труднодоступных или недоступных территориях.

– Опрыскивание – благодаря возможности дооснащения, дроны используют для точечного опрыскивания растений и плодовых деревьев .

– Тепловизионную съемку – осуществляется с применением всего спектра инфракрасного излучения: ближнего, среднего и дальнего диапазона и выполняется мультиспектральными камерами.

7. Задачи решаемые БЛПА в сельском хозяйстве

С помощью БЛПА в растениеводстве можно решать следующие задачи:

- создание электронных карт полей (построение 3D-модели полей);
- инвентаризация сельхозугодий;
- оценка объема работ и контроль их выполнения;
- сопровождение строительства и оптимальная организация работы систем ирригации и мелиорации;

- оперативный мониторинг состояния посевов охрана сельхозугодий;
- опрыскивание посевов химическими препаратами для борьбы с вредными объектами;
- анализ эффективности мероприятий, направленных на защиту растений;
- мониторинг соответствия структуры и планов севооборота;
- выявление отклонений и нарушений, допущенных в процессе агротехнических работ;
- анализ рельефа и создание карты вегетационных индексов PVI, NDVI;
- сбор информации для службы безопасности, в том числе с выявлением факта незаконного выпаса скота на полях;
- создание карт для дифференцированного удобрения и опрыскивания полей.

8. Недостатки БПЛА при их использовании в сельском хозяйстве

К недостаткам БПЛА при их использовании в сельском хозяйстве можно отнести:

- ограниченное время полёта в связи с малой ёмкостью аккумулятора;
- ограниченный подъемный вес (к примеру, квадрокоптер для сельского хозяйства DJI Agras MG-1, основной функцией которого является опрыскивание полей, может поднимать до 10 кг жидкости для орошения);
- плохо управляемы в плохих погодных условиях (сильный ветер, дождь);
- необходимо соответствующее программное обеспечение, так как количество систем мобильного мониторинга с использованием БПЛА является крайне ограниченным и в основном находится на стадии проектов;
- зависимость точности съемки от навыков оператора и программного обеспечения;

9. Проблемы, возникающие при организации работы с БПЛА

При использовании БПЛА возникают проблемы и в организации работы с ними среди которых можно выделить следующие:

- согласно федеральному закону №291-ФЗ от 03.07.2016 «О внесении изменений в воздушный кодекс Российской Федерации» управлять дроном может только внешний пилот с правами;
- необходимо пройти регистрацию БПЛА (все владельцы БПЛА обязаны регистрировать свои аппараты весом от 0,25 до 30 кг, ввезенные или произведенные в РФ);
- недостаток специалистов;
- перехват управления БПЛА, угон;
- недостаточное финансовое обеспечение сельскохозяйственного производства;
- импортное производство БПЛА и соответствующего программного обеспечения.

10. Преимущества БПЛА при их использовании в сельском хозяйстве

К преимуществам БПЛА при их использовании в сельском хозяйстве можно отнести:

- оперативность получения снимков. БПЛА позволяют вести съемку даже в условиях облачности, что недоступно спутникам и затрудняет использование авиации;
- высокая скорость исследований и экономия времени. За 1 день съемки можно обследовать территории площадью до 5 тыс. га;
- максимальная точность результата;
- возможность визуального анализа информации в режиме реального времени;
- возможность своевременно оценки качества выполненных в поле работ;
- детальный контроль каждого участка на всех этапах сельскохозяйственных работ;
- возможность применения в зонах чрезвычайных ситуаций без риска для жизни и здоровья пилотов;
- БПЛА могут обладать разной степенью автономности — от управляемых дистанционно до полностью автоматических;
- доступность и простота использования
- рентабельность.

11. Понятие о дистанционном зондировании земли, суть метода

Дистанционное зондирование земли (ДЗЗ) - это получение информации о поверхности Земли и объектах на ней, атмосфере, океане, верхнем слое земной коры бесконтактными методами, при которых регистрирующий прибор удален от объекта исследований на значительное расстояние. Общей физической основой дистанционного зондирования является функциональная зависимость между зарегистрированными параметрами собственного или отраженного излучения объекта и его биогеофизическими характеристиками и пространственным положением. Суть метода заключается в интерпретации результатов измерения электромагнитного излучения, которое отражается либо излучается объектом и регистрируется в некоторой удаленной от него точке пространства.

12. Принципы работы методов дистанционного зондирования земли

Методы ДЗ основаны на использовании сенсоров, которые размещаются на космических аппаратах и регистрируют электромагнитное излучение в форматах, существенно более приспособленных для цифровой обработки, и в более широком диапазоне электромагнитного спектра. В большинстве методов ДЗ используют инфракрасный диапазон отраженного излучения, тепловой инфракрасный и радиодиапазон электромагнитного спектра.

Существенной частью дистанционного зондирования является метод аэрокосмического зондирования, основанный на использовании аэрокосмических снимков.

13. Перечислите этапы работ в технологиях точного земледелия.

Технология точного земледелия включает в себя следующие этапы работы:

- создание электронных карт полей;
- создание базы данных по полям (площадь, урожайность, фактические и нормативные агрохимические и агрофизические свойства, уровень развития растений и т.д.);
- проведение анализа в программном обеспечении и выдача наглядных форм для выработки решений;
- выдача команд по принимаемым решениям на чип-картах, которые загружаются в робототехнические устройства на сельскохозяйственные агрегаты для дифференцированного проведения сельскохозяйственных операций.

14. Подготовительные работы при планировании дифференцированного внесения удобрений

При планировании дифференцированного внесения удобрений необходимо провести следующие подготовительные работы:

- разбить поле на единицы управления – квадраты, которые имеют одинаковые площади, удобные для обработки агрегатами, собственные номера и считаются однородными элементарными участками (одинаковыми по почвенным характеристикам, содержанию питательных веществ, каменистости и другим параметрам) с пространственной привязкой к местности;
- на каждом участке отобрать почвенные пробы с пространственной привязкой к местности;
- определить содержание питательных веществ по каждой единице управления (на каждом участке);
- построить карту распределения агрохимических показателей;
- обработать, проанализировать с помощью программного средства и составить технологическую карту дифференцированного внесения удобрений.

15. Расшифровать аббревиатуру ГНСС и дать определение этому понятию.

ГНСС (глобальная навигационная спутниковая система) — космическая система, предназначенная для определения пространственных координат, составляющих векторы скорости движения, поправки показаний часов и скорости изменения поправки показаний

часов потребителя ГНСС в любой точке на поверхности Земли, акватории Мирового океана, воздушного и околоземного космического пространства.

Базовым методом определения координат в ГНСС является вычисление расстояния от GPS-приемника до нескольких спутников, расположение которых считается известным. GPS-приемник определяет свое положение в теоретической трехмерной системе координат (x-y- z), затем эти значения конвертируются в координаты широты, долготы и высоты над уровнем моря. Постоянно отслеживая свое местоположение в течение некоторого времени, GPS-приемник может рассчитать скорость и направление движения.

16. Географические информационные системы (ГИС): понятие, возможности использования.

Географическая информационная система (ГИС) обеспечивает сбор, хранение, обработку, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных.

ГИС предназначены для решения научных и прикладных задач инвентаризации, анализа, оценки, прогноза и управления окружающей средой и территориальной организацией общества. Они позволяют создавать базы данных с пространственной и семантической информацией.

17. Геоинформационные технологии; понятие, основные компоненты, возможности использования.

Геоинформационные технологии - это совокупность приемов, способов и методов применения программно-технических средств обработки и передачи информации, позволяющих реализовать функциональные возможности геоинформационных систем.

Они объединяют в себе методы дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), системы управления базами данных (СУБД), системы глобального позиционирования (GPS), методы анализа и дешифрирования геоинформации, интернет-технологии, системы картографирования, методы цифровой обработки изображений. Применяются для составления тематических карт хозяйства, таких как карты использования земель, уклонов и экспозиций склонов, климатических и гидрологических условий, типов и характеристик почв, агрохимических данных, текущего состояния растений, урожайности и др. На основе анализа перечисленных карт дается оценка агроклиматических условий данного хозяйства, необходимости внесения удобрений и возможности выращивания конкретной сельскохозяйственной культуры.

18. Задачи, решаемые с помощью технологий дистанционного зондирования земли в сельском хозяйстве.

Применение технологий ДЗЗ в сельском хозяйстве позволяет оперативно и точно решать следующие задачи:

- общий мониторинг сельскохозяйственных территорий;
- определение площади полей, занятых теми или иными культурами;
- наблюдение за снежным покровом и оценка влагонакопления, температуры и влажности почвы, выявление участков деградации почвы;
- контроль за состоянием роста различных сельскохозяйственных культур;
- прогнозирование урожайности;
- мониторинг темпов уборки урожая.

19. . Приведите в хронологической последовательности алгоритм выполнения работ в режиме offline при дифференцированном внесении удобрений

Режим offline предусматривает предварительную подготовку на стационарном компьютере карты-задания, в которой содержатся пространственно привязанные с помощью ГНСС дозы удобрения для каждого элементарного участка поля. Для этого осуществляется сбор пространственно привязанных данных о границах поля и контурах неоднородности свойств. Проводится расчёт дозы для каждого элементарного участка поля, тем самым формируется карта-задание, которая затем переносится на флеш-карту (или другой носитель информации) на бортовой компьютер, оснащённый ГНСС-

приёмником и управляющий контроллером сельскохозяйственной техники. Трактор, оснащенный бортовым компьютером, двигаясь по полю, с помощью ГНСС-приемника определяет свое местонахождение, считывает с карты дозу удобрений, соответствующую месту нахождения, и посылает сигнал на контроллер распределителя удобрений (или опрыскивателя), который выставляет на распределителе удобрений необходимую дозу.

20. Приведите в хронологической последовательности алгоритм выполнения работ в режиме online при дифференцированном внесении удобрений

В режиме online бортовой компьютер получает данные непосредственно от датчика, сравнивает их с определенными и записанными в память значениями, полученными во время калибровки, и посылает сигнал на контроллер, который устанавливает необходимую дозу, как и в режиме offline. Активно ведутся разработки различных датчиков, позволяющих использовать режим online: оптические, работающие в диапазонах разных длин волн, определяющие содержание азота в листьях, засоренность посевов, а также развитие болезней посевов.

21. Преимущества систем параллельного вождения агрегатов

Использование систем параллельного вождения при выполнении технологических операций позволяет исключить повторные обработки соседних проходов (перекрытий) и пропуски необработанных участков, повысить производительность и комфортность работы, снизить утомляемость водителя, сократить расход топлива и технологических материалов, проводить работы при любой видимости и в ночное время.

22. Режимы вождения агрегатов при использовании систем параллельного вождения.

При использовании систем параллельного вождения агрегатов возможны различные режимы вождения по прямым и криволинейным траекториям. Различают три варианта реализации параллельного вождения:

- 1) движение трактора корректируется водителем с помощью рулевого колеса, ориентирующегося на показания светодиодного или графического следоуказателя, расположенного в кабине,
- 2) направление движения трактора поддерживается подруливающим устройством с приводом от электродвигателя, монтируемым на рулевой колонке.
- 3) корректировку движения трактора осуществляет исполнительный механизм, подключенный к гидросистеме рулевого управления.

Наибольшим спросом на практике пользуются менее точные и дорогие системы параллельного вождения первого варианта.

23. Преимущества применения на машинах для внесения удобрений и средств защиты компьютерных систем автоматизированного контроля и управления

Применение на машинах для внесения удобрений и средств защиты компьютерных систем автоматизированного контроля и управления позволяет: минимизировать пропуски и двойное внесение; осуществлять контроль технологических параметров и неисправностей рабочих органов; увеличить коэффициент загрузки техники благодаря возможности работы ночью или в условиях плохой видимости (пыль, туман); способствует уменьшению неблагоприятного воздействия на окружающую среду, экономии рабочего времени и снижению утомляемости оператора.

ПК-12 Способен осуществлять общий контроль реализации технологического процесса и корректировать его меры в случае выявления отклонений

Задания закрытого типа:

Какие современные цифровые технологии в растениеводстве работают с использованием электронных карт полей?

базовые технологии Интернет

+технологии точного земледелия

технологии создания виртуальной реальности

мультимедиа технологии

Мультиспектральные снимки, сделанные с помощью БПЛА, позволяют определять....

+индекс NDVI

виды сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур

виды вредителей в посевах сельскохозяйственных культур

урожайность культуры на конкретном поле

Основная цель дифференцированного применения минеральных удобрений ...

+создание оптимального режима питания растений на разных участках поля

обеспечение равномерной заделки удобрений в почву

снижение нагрузки на используемую технику для внесения удобрений

заделка удобрений на оптимальную глубину

Задания открытого типа:

1. Привести определение индекса NDVI и формулу для его расчета

Индекс NDVI (индекс накопления биомассы растений). – это стандартизированный индекс, показывающий наличие и состояние растительности (относительную биомассу). Этот индекс использует контраст характеристик двух каналов из набора мультиспектральных растровых данных – поглощения пигментом хлорофилла в красном канале и высокой отражательной способности растительного сырья в инфракрасном канале (NIR).

Индекс NDVI рассчитывали по формуле:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

где NIR – отражение в зоне ближнего ИК;

RED – отражение в красной области спектра.

2. Технические возможности БПЛА которые можно использовать в сельском хозяйстве

БПЛА в сельском хозяйстве способны выполнять разнообразные операции.

– Аэрофотосъемку – необходимую для выявления проплешин, гибели урожая после воздействия природных факторов и других дефектов, нуждающихся в своевременном устранении.

– Видеосъемку – производительность летательного аппарата при видеосъемке достигает 30 км² за 1 час, что существенно снижает временные и финансовые затраты по сравнению с использованием наземных видов обследования или пилотируемой авиации.

– 3D моделирование – позволяет определять переувлажненные или засушливые территории, выемку грунта, грамотно создавать планы и карты увлажнения или осушения почвы, рекультивации участков или мелиорации земель.

– Лазерное сканирование – применяется для анализа местности на труднодоступных или недоступных территориях.

– Опрыскивание – благодаря возможности дооснащения, дроны используют для точечного опрыскивания растений и плодовых деревьев .

– Тепловизионную съемку – осуществляется с применением всего спектра инфракрасного излучения: ближнего, среднего и дальнего диапазона и выполняется мультиспектральными камерами.

3. Перечислите этапы работ в технологиях точного земледелия.

Технология точного земледелия включает в себя следующие этапы работы:

– создание электронных карт полей;

– создание базы данных по полям (площадь, урожайность, фактические и нормативные агрохимические и агрофизические свойства, уровень развития растений и т.д);

- проведение анализа в программном обеспечении и выдача наглядных форм для выработки решений;
- выдача команд по принимаемым решениям на чип-картах, которые загружаются в робототехнические устройства на сельскохозяйственные агрегаты для дифференцированного проведения сельскохозяйственных операций.

4. Подготовительные работы при планировании дифференцированного внесения удобрений

При планировании дифференцированного внесения удобрений необходимо провести следующие подготовительные работы:

- разбить поле на единицы управления – квадраты, которые имеют одинаковые площади, удобные для обработки агрегатами, собственные номера и считаются однородными элементарными участками (одинаковыми по почвенным характеристикам, содержанию питательных веществ, каменистости и другим параметрам) с пространственной привязкой к местности;
- на каждом участке отобрать почвенные пробы с пространственной привязкой к местности;
- определить содержание питательных веществ по каждой единице управления (на каждом участке);
- построить карту распределения агрохимических показателей;
- обработать, проанализировать с помощью программного средства и составить технологическую карту дифференцированного внесения удобрений.

5. Приведите в хронологической последовательности алгоритм выполнения работ в режиме offline при дифференцированном внесении удобрений

Режим offline предусматривает предварительную подготовку на стационарном компьютере карты-задания, в которой содержатся пространственно привязанные с помощью ГНСС дозы удобрения для каждого элементарного участка поля. Для этого осуществляется сбор пространственно привязанных данных о границах поля и контурах неоднородности свойств. Проводится расчёт дозы для каждого элементарного участка поля, тем самым формируется карта-задание, которая затем переносится на флеш-карту (или другой носитель информации) на бортовой компьютер, оснащённый ГНСС-приёмником и управляющий контроллером сельскохозяйственной техники. Трактор, оснащённый бортовым компьютером, двигаясь по полю, с помощью ГНСС-приёмника определяет свое местонахождение, считывает с карты дозу удобрений, соответствующую месту нахождения, и посылает сигнал на контроллер распределителя удобрений (или опрыскивателя), который выставляет на распределителе удобрений необходимую дозу.

6. Приведите в хронологической последовательности алгоритм выполнения работ в режиме online при дифференцированном внесении удобрений

В режиме online бортовой компьютер получает данные непосредственно от датчика, сравнивает их с определенными и записанными в память значениями, полученными во время калибровки, и посылает сигнал на контроллер, который устанавливает необходимую дозу, как и в режиме offline. Активно ведутся разработки различных датчиков, позволяющих использовать режим online: оптические, работающие в диапазонах разных длин волн, определяющие содержание азота в листьях, засоренность посевов, а также развитие болезней посевов.

7. Преимущества систем параллельного вождения агрегатов

Использование систем параллельного вождения при выполнении технологических операций позволяет исключить повторные обработки соседних проходов (перекрытий) и пропуски необработанных участков, повысить производительность и комфортность работы, снизить утомляемость водителя, сократить расход топлива и технологических материалов, проводить работы при любой видимости и в ночное время.

8. Задачи, решаемые с помощью технологий дистанционного зондирования

земли в сельском хозяйстве.

Применение технологий ДЗЗ в сельском хозяйстве позволяет оперативно и точно решать следующие задачи:

- общий мониторинг сельскохозяйственных территорий;
- определение площади полей, занятых теми или иными культурами;
- наблюдение за снежным покровом и оценка влагонакопления, температуры и влажности почвы, выявление участков деградации почвы;
- контроль за состоянием роста различных сельскохозяйственных культур;
- прогнозирование урожайности;
- мониторинг темпов уборки урожая.

Окончательные результаты обучения (формирования компетенций) определяются посредством перевода баллов, набранных студентом в процессе освоения дисциплины, в оценки:

- базовый уровень сформированности компетенции считается достигнутым если результат обучения соответствует оценке «удовлетворительно» (50 до 64 рейтинговых баллов);
- повышенный уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если результат обучения соответствует оценкам «хорошо» (65-85 рейтинговых баллов) и «отлично» (86-100 рейтинговых баллов).

4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОВТОРНОЙ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Форма промежуточной аттестации по дисциплине экзамен.

Повторная промежуточная аттестация по дисциплине проводится с использованием заданий для оценки сформированности компетенций на базовом уровне по всем модулям, входящим в структуру дисциплины за семестр, по итогам которого студент имеет академическую задолженность.

Оценочные материалы и средства для проведения повторной промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Раскройте содержание понятий «робот», «роботизированная система», «беспилотная система» и «автономная машина». В чем заключаются их принципиальные различия?
2. Опишите основные этапы истории развития робототехники в АПК. Какие ключевые тенденции роботизации сельского хозяйства можно выделить сегодня в России и в мире?
3. Каковы задачи и роль современного агронома в процессах внедрения, настройки и повседневного применения роботизированных и беспилотных технологий на предприятии?
4. Классифицируйте роботизированные системы в растениеводстве по их функциональному назначению. Приведите примеры систем для мониторинга, посева и уборки культур.
5. Опишите классификацию и особенности роботизированных решений, применяемых для ухода за посевами, внесения средств защиты растений (СЗР) и удобрений.
6. Опишите общую структуру и базовые компоненты стандартной робототехнической системы сельскохозяйственного назначения. За что отвечает каждый компонент?

7. В чем разница между системами параллельного и автоматического вождения тракторов и самоходных машин? Каковы экономические и технологические преимущества их внедрения?
8. Опишите принципы работы современных навигационных систем, используемых в сельском хозяйстве (включая технологии спутникового позиционирования и RTK-поправки).
9. Объясните принципы работы автопилотов на сельскохозяйственной технике. Какие датчики и исполнительные механизмы обеспечивают удержание машины на заданной траектории?
10. Проведите сравнительный анализ колёсных и гусеничных роботизированных платформ для работы в поле и в садах. В каких условиях предпочтительнее использовать каждый тип?
11. Каковы особенности устройства и работы роботов для междурядной обработки почвы и механической/лазерной прополки сорняков?
12. Опишите принципы работы мобильных роботов-опрыскивателей и автономных платформ для подкормки растений.
13. Раскройте суть и экономическую эффективность принципов дифференцированного внесения ресурсов (VRA). Чем отличается внесение в режиме реального времени (on-line) от внесения по картам-заданиям (off-line)?
14. Каким образом данные агромониторинга (например, со спутников или БПЛА) преобразуются в карты-задания для роботизированных опрыскивателей и распределителей удобрений? Какие датчики дозирования при этом используются?
15. За счет каких именно технологических решений и алгоритмов роботизация позволяет существенно снизить расход СЗР и минеральных удобрений, уменьшая пестицидную нагрузку на почву?
16. В чем заключаются основные конструктивные и эксплуатационные различия между мультироторными БПЛА и БПЛА самолетного типа при выполнении агрономических задач? Укажите плюсы и минусы каждого типа.
17. Перечислите основные компоненты беспилотного авиационного комплекса (планер, силовая установка, система управления, полезная нагрузка) и объясните их функции в контексте выполнения сельскохозяйственного мониторинга.
18. Какими критериями должен руководствоваться агроном при выборе конкретной модели БПЛА и типа полезной нагрузки для оценки качества всходов пропашных культур на площади 2000 га?
19. Опишите назначение и области применения различных типов камер на БПЛА в сельском хозяйстве (RGB-камеры, мультиспектральные, гиперспектральные и термокамеры). Для каких конкретно задач эффективен каждый тип?
20. Каков физический принцип расчета индекса NDVI? Как интерпретировать значения NDVI на разных фазах развития культурных растений?
21. Назовите типичные погрешности и ограничения при дистанционном зондировании посевов с БПЛА (влияние облачности, времени суток, сорной растительности, фаз смыкания рядков). Как агроному минимизировать их влияние на результаты анализа?
22. Как параметры планирования полета БПЛА (высота, продольное и поперечное перекрытие снимков, скорость полета) влияют на пространственное разрешение (GSD) и итоговое качество ортофотоплана?
23. Опишите алгоритм действий агронома в специализированном ПО при создании полетного задания. Какие факторы необходимо учесть для обеспечения безопасности полета (безопасные зоны, препятствия, погодные условия)?
24. Какова роль агронома в организации полевых работ с использованием БПЛА?

25. Опишите процесс взаимодействия между агрономом-заказчиком и оператором БПЛА от постановки задачи до получения готовых данных.
26. Каким образом на современных цифровых платформах точного земледелия происходит интеграция и совместный анализ данных, полученных из разных источников (БПЛА, спутники, метеостанции, бортовые компьютеры техники)?
27. Опишите рабочее место агронома в цифровой платформе. Какие аналитические инструменты платформы используются для принятия оперативных решений (например, при обнаружении очагов вредителей или дефицита питания)?
28. На основе каких данных из цифровой платформы агроном формирует карты-задания для дифференцированного внесения удобрений или средств защиты растений?
29. Перечислите основные функции программного обеспечения для управления роботизированной техникой и БПЛА. Какую роль играет ведение цифровых журналов работ?
30. Какие элементы интерфейса специализированного ПО (карты, вегетационные слои, аналитические отчеты) критически важны для работы агронома и как они помогают контролировать качество выполнения технологических операций?
31. Опишите регламент и технические форматы обмена данными (карты-задания, фактические треки выполненных работ) между агрономом, создающим предписание, и инженером/оператором роботизированной техники.
32. Разделите затраты на внедрение беспилотных систем в сельском хозяйстве на капитальные (CAPEX) и операционные (OPEX). Из каких конкретных элементов состоят эти группы расходов при покупке и содержании БПЛА?
33. За счет каких факторов внедрение роботизированных систем позволяет снизить материальные ресурсы (ГСМ, семена, удобрения, СЗР) и затраты на оплату труда? Приведите примеры.
34. Каким образом использование БПЛА влияет на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции? Опишите цепочку: от получения данных/точечного внесения до формирования дополнительной прибыли.
35. Какие основные финансовые показатели (например, ROI, DPP) используются для оценки окупаемости роботизированных систем, и какие специфические риски (технологические, климатические) необходимо учитывать при расчетах?
36. Каковы основные нормативные требования и правила, которые необходимо соблюдать для законного использования БПЛА в воздушном пространстве (на уровне общих положений)?
37. Сформулируйте ключевые требования по охране труда и технике безопасности при непосредственной эксплуатации и обслуживании наземной роботизированной техники в полевых условиях.
38. Опишите роли и разграничение ответственности между тремя ключевыми участниками процесса: агрономом, оператором беспилотных систем и инженером. Кто за что отвечает до, во время и после выполнения полетного задания/роботизированных работ?
39. В случае падения БПЛА на посевы или за пределы поля с нанесением ущерба, как распределяется юридическая и материальная ответственность между экипажем (оператор/инженер) и управленческим звеном (агроном/руководитель)?
40. Как несоблюдение правовых норм (например, отсутствие разрешения на полет) и пренебрежение правилами охраны труда могут негативно повлиять на показатели экономической эффективности проекта по внедрению беспилотников?
41. Докажите, как экологические аспекты точечного применения пестицидов с помощью роботов (снижение химической нагрузки на почву) напрямую перерастают в экономические выгоды для агропредприятия.

Таблица 4 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	на базовом уровне
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла
ИД-1 _{ОПК-7} - использует системы точного земледелия и геоинформационных технологий (ГИС) для анализа пространственной неоднородности полей, составления карт-заданий и контроля выполнения агротехнических операций.	Студент умеет использовать системы точного земледелия и геоинформационных технологий (ГИС) для анализа пространственной неоднородности полей, составления карт-заданий и контроля выполнения агротехнических операций, но не совсем твердо владеет материалом, при ответах допускает малосущественные погрешности, искажения логической последовательности, неточную аргументацию теоретических положений, испытывает затруднения при решении практических задач.
ИД-1 _{ПК-12} – обосновывает методы и параметры контроля качества выполнения основных технологических операций в растениеводстве (посев, уход, защита растений, уборка), агротехнические требования к качеству продукции и критерии допустимых отклонений от технологического регламента, способы и средства оперативной корректировки технологий при изменении погодных условий или выявлении нарушений.	Студент обосновывает методы и параметры контроля качества выполнения основных технологических операций в растениеводстве (посев, уход, защита растений, уборка), агротехнические требования к качеству продукции и критерии допустимых отклонений от технологического регламента, способы и средства оперативной корректировки технологий при изменении погодных условий или выявлении нарушений, но не совсем твердо владеет материалом, при ответах допускает малосущественные погрешности, искажения логической последовательности, неточную аргументацию теоретических положений, испытывает затруднения при решении практических задач.
ИД-2 _{ПК-12} – осуществляет оперативный мониторинг состояния посевов и качества выполнения полевых работ, применяет измерительные приборы и средства автоматизации для выявления сбоев в техпроцессе, рассчитывает дозировки и нормы внесения ресурсов при необходимости внеплановой корректировки агротехнологий.	Студент умеет осуществлять оперативный мониторинг состояния посевов и качества выполнения полевых работ, применяет измерительные приборы и средства автоматизации для выявления сбоев в техпроцессе, рассчитывает дозировки и нормы внесения ресурсов при необходимости внеплановой корректировки агротехнологий, но не совсем твердо излагает материал, при ответах допускает малосущественные погрешности, искажения логической последовательности, неточную аргументацию теоретических положений, испытывает затруднения при решении практических задач.

