

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт агроэкологических технологий
Кафедра общего земледелия и защиты растений

СОГЛАСОВАНО:

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института Грубер В.В.

Ректор Пыжикова Н.И.

"18" мая 2026 г.

"29" мая 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве

ФГОС ВО

Направление подготовки 35.03.04 – Агрономия
(код, наименование)

Направленность (профиль): Управление плодородием почв и ГИС-технологии

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения очная

Квалификация выпускника: бакалавр



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

**ВЫДАННОЙ: ФГБОУ ВО КРАСНОЯРСКИЙ ГАУ
ДЕЙСТВИТЕЛЕН: 08.05.2026 - 01.08.2027**

Красноярск, 2026

Составители: Савенкова Е.В., к.б.н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«10» апреля 2026 г.

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.04 «Агрономия», профессионального стандарта «Агроном», утвержденного приказом Минтруда России от 20.09.2021 N 644н "Об утверждении профессионального стандарта "Агроном" (Зарегистрировано в Минюсте России 20.10.2021 N 65482).

Программа обсуждена на заседании кафедры общего земледелия и защиты растений протокол № 8 «28» апреля 2026 г.

И.о. зав. кафедрой Савенкова Е.В., к.б.н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«28» апреля 2026 г.

Лист согласования рабочей программы

Программа принята методической комиссией института агроэкологических технологий протокол № 9 от 18 мая 2026 г.

Председатель методической комиссии
Батанина Е.В., к.б.н. доцент
«18» мая 2026 г.

Заведующий выпускающей кафедрой по направлению подготовки
35.03.04 «Агрономия»
Власенко О.А. к.б.н., доцент
«18» мая 2026 г.

АННОТАЦИЯ	4
1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1. ТРУДОЁМКОСТЬ МОДУЛЕЙ И МОДУЛЬНЫХ ЕДИНИЦ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.2. СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЕЙ ДИСЦИПЛИНЫ	7
4.3. ЛЕКЦИОННЫЕ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	7
4.4. ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ	9
4.5. САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ САМОПОДГОТОВКИ К ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ ЗНАНИЙ	11
4.5.1. <i>Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний</i>	<i>11</i>
<i>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний.....</i>	<i>11</i>
4.5.2. <i>Курсовые проекты (работы)/ контрольные работы/ расчетно-графические работы</i>	<i>12</i>
5. ВЗАИМОСВЯЗЬ ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ	13
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
6.1. КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙ (ТАБЛИЦА 9).....	14
6.2. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ – СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»)	16
6.3. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	16
7. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ЗАЯВЛЕННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ	16
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	18
9.1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	18
9.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	19
ИЗМЕНЕНИЯ	20

Аннотация

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению подготовки 35.03.04 – «Агрономия».

Дисциплина реализуется в институте агроэкологических технологий кафедрой общего земледелия и защиты растений.

Дисциплина нацелена на формирование профессиональных компетенций (ОПК-7, ПК - 12) выпускника.

Содержание дисциплины охватывает изучение принципов работы, архитектуры и компонентов сельскохозяйственных роботов и беспилотных систем (БПЛА, наземных роботов, интеллектуальных технических средств в АПК); принципов работы сенсорных систем (компьютерное зрение, лидары, мультиспектральные камеры, системы спутниковой навигации); методов анализа задач, решаемых с помощью робототехники — от точного земледелия (мониторинг состояния посевов, почвы, NDVI-картирование) до автоматизированных операций (посев, внесение удобрений и СЗР, прополка, точечный сбор урожая); а также подходов к оценке экономической и агрономической эффективности внедрения таких систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические работы, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме коллоквиума, защиты лабораторных работ и промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой (итоговое тестирование).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (28 часа), лабораторные (28 часов), практические (14 часов), самостоятельной работы студента (38 часов).

2. Цели и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина «Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве» включена в ОПОП, в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 Дисциплины (модули).

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве» являются «Земледелие», «Механизация растениеводства», «Методика опытного дела».

Дисциплина «Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве» является основополагающим для изучения следующих дисциплин: «Цифровые технологии и федеральные государственные информационные системы», «Экономика и управление в АПК», «Программирование урожайности сельскохозяйственных культур», «Информационные технологии и ИИ в профессиональной деятельности».

Знания и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, используются для прохождения учебных и производственных практик, выполнения выпускной квалификационной работы.

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Целью дисциплины «Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве» является формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков, необходимых для разработки, внедрения и эффективного использования роботизированных и беспилотных технологий в сельском хозяйстве. Дисциплина

нацелена на подготовку высококвалифицированных специалистов, способных ставить и решать задачи по цифровизации и автоматизации сельского хозяйства, выбирать, адаптировать и внедрять роботизированные системы для повышения эффективности, устойчивости и конкурентоспособности агропредприятий.

Задачи дисциплины:

- изучение принципов работы, архитектуры и компонентов сельскохозяйственных роботов и беспилотных систем (БПЛА, наземных роботов, интеллектуальных технических средств в АПК); принципов работы сенсорных систем (компьютерное зрение, лидары, мультиспектральные камеры, система спутниковой навигации);

- выработка умений анализировать задачи, решаемые с помощью робототехники: от точного земледелия (мониторинг состояния посевов, почвы, NDVI-картирование) до автоматизированных операций (посев, внесение удобрений и СЗР, прополка, точечный сбор урожая);

- формирование навыков осуществления оценки экономической и агрономической эффективности внедрения таких систем.

Таблица 1

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-7. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ИД-1ОПК-7 - использует системы точного земледелия и геоинформационных технологий (ГИС) для анализа пространственной неоднородности полей, составления карт-заданий и контроля выполнения агротехнических операций.	Знать: принципы работы современных информационных технологий
		Уметь: использовать системы точного земледелия и геоинформационных технологий (ГИС) для анализа пространственной неоднородности полей, составления карт-заданий и контроля выполнения агротехнических операций
ПК-12 Способен осуществлять общий контроль реализации технологического процесса и корректировать его меры в случае выявления отклонений	ИД-1ПК-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-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 корректировки агротехнологий.	Владеть: навыками для решения задач в профессиональной деятельности
		Знать: 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. Уметь: осуществлять оперативный мониторинг состояния посевов и качества выполнения полевых работ
		Владеть: навыками для применения измерительных приборов и средств автоматизации для выявления сбоев в техпроцессе, расчета дозировки и норм внесения ресурсов при необходимости внеплановой корректировки агротехнологий.

3. Организационно-методические данные дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ и по семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	зач. ед.	час.	по семестрам
			№ 5
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	3	108	108
Контактная работа	1,9	70	70
в том числе:			
Лекции (Л) / в том числе в интерактивной форме		28/6	28/6
Лабораторные работы (ЛР) / в том числе в интерактивной форме		28/8	28/8
Практические работы (ПР) / в том числе в интерактивной форме		14/4	14/4
Самостоятельная работа (СРС)	1,1	38	38
в том числе:			
самостоятельное изучение тем и разделов			
самоподготовка к текущему контролю знаний			
Вид контроля:			Зачет с оценкой

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль 1. Введение. Наземная роботизированная техника в растениеводстве

Модульная единица 1.1. Роботизация и цифровизация сельского хозяйства. Понятия: робот, роботизированная система, беспилотная система, автономная машина. История развития робототехники. Тенденции развития роботизации и автоматизации сельского хозяйства в мире и в России. Роль агронома в применении и внедрении роботизированных и беспилотных технологий.

Модульная единица 1.2. Классификация роботизированных и беспилотных систем по функциональному назначению: посев, уход за посевами, внесение СЗР и удобрений, уборка, мониторинг. Структура и компоненты робототехнических систем. Роботизированная техника в растениеводстве. Роботизированные тракторы и самоходные машины. Автоматическое и параллельное вождение. Навигационные системы, основы работы автопилотов. Мобильные роботы для полевых и садовых культур: колёсные и гусеничные платформы для ухода за культурами. Роботы-опрыскиватели, для междурядной обработки, подкормки, прополки.

Модульная единица 1.3. Роботизированные системы внесения СЗР и удобрений. Принципы дифференцированного внесения ресурсов. Датчики дозирования, карты-задания, связь с данными агромониторинга. Пути снижения расхода СЗР и удобрений за счёт роботизации.

Модуль 2. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг

Модульная единица 2.1. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг. Классификация и устройство БПЛА для сельского хозяйства. Классификация БПЛА: мультироторные, самолётного типа и др. Основные компоненты: планер, силовая установка, система управления, полезная нагрузка. Особенности выбора БПЛА для задач агрономии.

Модульная единица 2.2. Сенсоры и полезная нагрузка БПЛА. RGB-камеры, мульти- и гиперспектральные камеры, термокамеры. Принципы дистанционного зондирования посевов, индексы вегетации (NDVI и др.) на уровне оператора-агронома, ограничения и типичные погрешности.

Модульная единица 2.3. Планирование полётов и сбор данных. Планирование маршрутов полёта БПЛА: высота, перекрытие, скорость, безопасные зоны. Основы работы с программным обеспечением для планирования миссий. Организация полевых работ с БПЛА в хозяйстве (роль агронома).

Модуль 3. Цифровое управление, эффективность и нормативное обеспечение роботизированных систем

Модульная единица 3.1. Программное обеспечение для управления роботизированной техникой и БПЛА. Основные функции ПО: планирование заданий, мониторинг выполнения, ведение журналов работ. Интерфейс пользователя – агронома: карты, слои, отчёты. Обмен данными между агрономом и инженером/оператором техники. Цифровые платформы и программное обеспечение для управления роботизированной техникой и БПЛА. Цифровые платформы точного земледелия. Интеграция данных от БПЛА, спутников, наземных сенсоров и техники. Роль агронома в работе с цифровой платформой (анализ и принятие решений).

Модульная единица 3.2. Экономика внедрения роботизированных и беспилотных систем. Экономические основы внедрения роботизированных и беспилотных систем. Структура затрат на приобретение и эксплуатацию роботизированных и беспилотных систем. Показатели экономической эффективности: снижение затрат на труд, материальные ресурсы, повышение урожайности и качества продукции. Подходы к оценке окупаемости и рисков.

Модульная единица 3.3. Безопасность, правовые и экологические аспекты применения роботизированных и БПЛА. Нормативно-правовые основы использования роботизированных и беспилотных систем. Основные нормативные требования к эксплуатации БПЛА (на уровне общих положений). Требования по охране труда при работе с роботизированной техникой. Ответственность и распределение ролей между агрономом, оператором и инженером.

4.1. Трудоёмкость модулей и модульных единиц дисциплины

Таблица 3

Трудоёмкость модулей и модульных единиц дисциплины

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Контактная работа			Внеаудиторная работа (СРС)
		Л	ЛР	ПР	
Модуль 1. Введение. Наземная роботизированная техника в растениеводстве	36	6	8	2	20
Модульная единица 1.1. Роботизация и цифровизация сельского хозяйства. Понятия: робот, роботизированная система, беспилотная система, автономная машина. История развития робототехники. Тенденции развития роботизации и автоматизации сельского хозяйства в мире и в России. Роль агронома в применении и внедрении роботизированных и беспилотных технологий.	4	2	-	2	-
Модульная единица 1.2. Классификация роботизированных и беспилотных систем по функциональному назначению: посев, уход за посевами, внесение СЗР и удобрений, уборка, мониторинг. Структура и компоненты робототехнических систем. Роботизированная техника в растениеводстве. Роботизированные тракторы и самоходные машины. Автоматическое и параллельное вождение. Навигационные системы, основы работы автопилотов. Мобильные роботы для полевых и садовых культур: колёсные и гусеничные платформы для ухода за культурами. Роботы-опрыскиватели, для междурядной обработки, подкормки, прополки.	18	2	6	-	10
Модульная единица 1.3. Роботизированные системы внесения СЗР и удобрений. Принципы дифференцированного внесения ресурсов. Датчики дозирования, карты-задания, связь с данными агромониторинга. Пути снижения расхода СЗР и удобрений за счёт роботизации.					
Модуль 2. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг	46	14	4	8	20
Модульная единица 2.1. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг. Классификация и устройство БПЛА для сельского хозяйства. Классификация БПЛА: мультироторные, самолётного типа и др. Основные компоненты: планер, силовая	28	12	2	4	10

установка, система управления, полезная нагрузка. Особенности выбора БПЛА для задач агрономии.					
Модульная единица 2.2. Сенсоры и полезная нагрузка БПЛА. RGB-камеры, мульти- и гиперспектральные камеры, термокамеры. Принципы дистанционного зондирования посевов, индексы вегетации (NDVI и др.) на уровне оператора-агронома, ограничения и типичные погрешности.	18	2	2	4	10
Модульная единица 2.3. Планирование полётов и сбор данных. Планирование маршрутов полёта БПЛА: высота, перекрытие, скорость, безопасные зоны. Основы работы с программным обеспечением для планирования миссий. Организация полевых работ с БПЛА в хозяйстве (роль агронома).					
Модуль 3. Цифровое управление, эффективность и нормативное обеспечение роботизированных систем	35	8	2	4	21
Модульная единица 3.1. Программное обеспечение для управления роботизированной техникой и БПЛА. Основные функции ПО: планирование заданий, мониторинг выполнения, ведение журналов работ. Интерфейс пользователя – агронома: карты, слои, отчёты. Обмен данными между агрономом и инженером/оператором техники. Цифровые платформы и программное обеспечение для управления роботизированной техникой и БПЛА. Цифровые платформы точного земледелия. Интеграция данных от БПЛА, спутников, наземных сенсоров и техники. Роль агронома в работе с цифровой платформой (анализ и принятие решений).	35	8	2	4	21
Модульная единица 3.2. Экономика внедрения роботизированных и беспилотных систем. Экономические основы внедрения роботизированных и беспилотных систем. Структура затрат на приобретение и эксплуатацию роботизированных и беспилотных систем. Показатели экономической эффективности: снижение затрат на труд, материальные ресурсы, повышение урожайности и качества продукции. Подходы к оценке окупаемости и рисков.					
Модульная единица 3.3. Безопасность, правовые и экологические аспекты применения роботизированных и БПЛА. Нормативно-правовые основы использования					

роботизированных и беспилотных систем. Основные нормативные требования к эксплуатации БПЛА (на уровне общих положений). Требования по охране труда при работе с роботизированной техникой. Ответственность и распределение ролей между агрономом, оператором и инженером.					
Зачет	-	-	-	-	-
ИТОГО	108	28	28	14	38

4.2. Содержание модулей дисциплины

4.3. Лекционные/лабораторные/практические/семинарские занятия

Таблица 4

Содержание лекционного курса

№ п/п	№ модуля и модуль-ной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид ¹ контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Модуль 1. Введение. Наземная роботизированная техника в растениеводстве		собеседование	10
	Модульная единица 1.1. Роботизация и цифровизация сельского хозяйства. Понятия: робот, роботизированная система, беспилотная система, автономная машина. История развития робототехники. Тенденции развития роботизации и автоматизации сельского хозяйства в мире и в России. Роль агронома в применении и внедрении роботизированных и беспилотных технологий.	Лекция № 1. Роботизация и цифровизация АПК. Понятия: робот, роботизированная система, беспилотная система, автономная машина. История развития робототехники. Тенденции в мире и России. Роль агронома во внедрении роботизированных технологий.		2
	Модульная единица 1.2. Классификация роботизированных и беспилотных систем по функциональному назначению: посев, уход за посевами, внесение СЗР и удобрений, уборка, мониторинг. Структура и компоненты робототехнических систем. Роботизированная техника в растениеводстве. Роботизированные тракторы и самоходные машины. Автоматическое и параллельное вождение. Навигационные системы, основы работы автопилотов. Мобильные роботы для полевых и	Лекция № 2. Классификация по функциональному назначению: посев, уход, внесение СЗР и удобрений, уборка, мониторинг. Структура и компоненты робототехнических систем.		2
		Лекция № 3. Автоматическое и параллельное вождение. Навигационные системы (GPS, ГЛОНАСС, RTK-поправки). Основы работы автопилотов.		2

	садовых культур: колёсные и гусеничные платформы для ухода за культурами. Роботы-опрыскиватели, для междурядной обработки, подкормки, прополки.	Лекция № 4. Колёсные и гусеничные роботизированные платформы. Роботы-опрыскиватели, роботы для междурядной обработки, подкормки, прополки. Примеры существующих решений (ECOROBOTIX, FarmDroid, Naïo Technologies и др.).		2
	Модульная единица 1.3. Роботизированные системы внесения СЗР и удобрений. Принципы дифференцированного внесения ресурсов. Датчики дозирования, карты-задания, связь с данными агромониторинга. Пути снижения расхода СЗР и удобрений за счёт роботизации.	Лекция № 5. Принципы дифференцированного внесения ресурсов (Variable Rate Application – VRA). Датчики дозирования, карты-задания, связь с данными агромониторинга. Пути снижения расхода СЗР и удобрений за счёт роботизации.		2
2.	Модуль 2. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг		собеседование	8
	Модульная единица 2.1. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг. Классификация и устройство БПЛА для сельского хозяйства. Классификация БПЛА: мультироторные, самолётного типа и др. Основные компоненты: планер, силовая установка, система управления, полезная нагрузка. Особенности выбора БПЛА для задач агрономии.	Лекция № 6. Классификация БПЛА: мультироторные, самолётного типа, конвертопланы (VTOL). Основные компоненты: планер, силовая установка, система управления, полезная нагрузка. Особенности выбора для задач агрономии.		2
	Модульная единица 2.2. Сенсоры и полезная нагрузка БПЛА. RGB-камеры, мульти- и гиперспектральные камеры, термокамеры. Принципы дистанционного зондирования посевов, индексы вегетации (NDVI и др.) на уровне оператора-агронома, ограничения и типичные погрешности.	Лекция № 7. RGB-камеры, мультиспектральные камеры, гиперспектральные камеры, термокамеры. Принципы дистанционного зондирования. Вегетационные индексы: NDVI, NDRE, GNDVI, CWSI (формулы, интерпретация значений). Ограничения и типичные погрешности.		4

	Модульная единица 2.3. Планирование полётов и сбор данных. Планирование маршрутов полёта БПЛА: высота, перекрытие, скорость, безопасные зоны. Основы работы с программным обеспечением для планирования миссий. Организация полевых работ с БПЛА в хозяйстве (роль агронома).	Лекция № 8. Планирование маршрутов: высота, скорость, продольное и поперечное перекрытие, тип сетки. Безопасные зоны и ограничения. Основы работы с ПО для планирования миссий (Pix4Dcapture, DroneDeploy, UgCS, «Академия дронов»). Организация полевых работ с БПЛА в хозяйстве.		2
3.	Модуль 3. Цифровое управление, эффективность и нормативное обеспечение роботизированных систем		собеседование	10
	Модульная единица 3.1. Программное обеспечение для управления роботизированной техникой и БПЛА. Основные функции ПО: планирование заданий, мониторинг выполнения, ведение журналов работ. Интерфейс пользователя – агронома: карты, слои, отчёты. Обмен данными между агрономом и инженером/оператором техники. Цифровые платформы и программное обеспечение для управления роботизированной техникой и БПЛА. Цифровые платформы точного земледелия. Интеграция данных от БПЛА, спутников, наземных сенсоров и техники. Роль агронома в работе с цифровой платформой (анализ и принятие решений).	Лекция № 9 Основные функции ПО: планирование заданий, мониторинг выполнения, ведение журналов работ. Интерфейс пользователя-агронома: карты, слои, отчёты. Обмен данными между агрономом, инженером и оператором.		2
		Лекция № 10. Обзор цифровых платформ (AgroSignal, OneSoil, Cropio, FieldBee, Аэроскут и др.). Интеграция данных от БПЛА, спутников, наземных сенсоров и техники. Роль агронома в работе с платформой (анализ, принятие решений).		2
	Модульная единица 3.2. Экономика внедрения роботизированных и беспилотных систем. Экономические основы внедрения роботизированных и беспилотных систем. Структура затрат на приобретение и эксплуатацию роботизированных и беспилотных систем. Показатели экономической эффективности: снижение затрат на труд, материальные ресурсы, повышение урожайности и качества продукции. Подходы к оценке окупаемости и рисков.	Лекция № 11. Структура затрат (капитальные и операционные). Показатели эффективности: снижение затрат на труд, экономия ресурсов, повышение урожайности и качества продукции. Окупаемость (срок, NPV, IRR). Риски внедрения (технологические, экономические,		4

		организационные).		
	Модульная единица 3.3. Безопасность, правовые и экологические аспекты применения роботизированных и БПЛА. Нормативно-правовые основы использования роботизированных и беспилотных систем. Основные нормативные требования к эксплуатации БПЛА (на уровне общих положений). Требования по охране труда при работе с роботизированной техникой. Ответственность и распределение ролей между агрономом, оператором и инженером.	Лекция № 12. Нормативно-правовые основы использования БПЛА в РФ (регистрация, разрешения, ограничения по высоте и зонам). Охрана труда при работе с роботизированной техникой. Экологические аспекты: снижение пестицидной нагрузки, уменьшение уплотнения почвы. Ответственность и распределение ролей (агроном, оператор, инженер).		2
ИТОГО			Зачет с оценкой	28

4.4. Лабораторные/практические/семинарские занятия

Содержание лабораторных работ и контрольных мероприятий

Таблица 5

№ п/п	№ модуля и модуль-ной единицы дисциплины	№ и название лабораторных работ с указанием контрольных мероприятий	Вид ² контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Модуль 1. Введение. Наземная роботизированная техника в растениеводстве		собеседование	8
	Модульная единица 1.1. Роботизация и цифровизация сельского хозяйства. Понятия: робот, роботизированная система, беспилотная система, автономная машина. История развития робототехники. Тенденции развития роботизации и автоматизации сельского хозяйства в мире и в России. Роль агронома в применении и внедрении роботизированных и беспилотных технологий.	-	-	-
	Модульная единица 1.2. Классификация роботизированных беспилотных систем по функциональному назначению: посев, уход за посевами, внесение СЗР и удобрений, уборка, мониторинг. Структура и компоненты робототехнических систем. Роботизированная техника в растениеводстве. Роботизированные тракторы и самоходные машины. Автоматическое и параллельное вождение. Навигационные системы, основы работы автопилотов. Мобильные роботы для полевых и садовых культур: колёсные и гусеничные платформы для ухода за культурами. Роботы-опрыскиватели, для междурядной обработки, подкормки, прополки.	Лабораторная работа 1. Изучение компонентов агроботов на схемах и макетах (сенсоры, исполнительные устройства, система управления, навигация, связь).	защита работы	2

	Модульная единица 1.3. Роботизированные системы внесения СЗР и удобрений. Принципы дифференцированного внесения ресурсов. Датчики дозирования, карты-задания, связь с данными агромониторинга. Пути снижения расхода СЗР и удобрений за счёт роботизации.	Лабораторная работа 2. Работа с симулятором системы автовождения (настройка RTK-поправок, планирование маршрута, оценка точности вождения). Сравнение точности при разных режимах.	защита работы	4
		Лабораторная работа 3. Изучение технических характеристик мобильных агроботов (работа с каталогами, сравнение моделей по таблице: масса, ширина захвата, автономность, цена).	защита работы	2
2.	Модуль 2. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг		собеседование	12
	Модульная единица 2.1. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг. Классификация и устройство БПЛА для сельского хозяйства. Классификация БПЛА: мультироторные, самолётного типа и др. Основные компоненты: планер, силовая установка, система управления, полезная нагрузка. Особенности выбора БПЛА для задач агрономии.	Лабораторная работа 4. Изучение устройства БПЛА (разбор типового квадрокоптера на схеме или макете: рама, ESC, моторы, полётный контроллер, GPS, полезная нагрузка)	защита работы	2
	Модульная единица 2.2. Сенсоры и полезная нагрузка БПЛА. RGB-камеры, мульти- и гиперспектральные камеры, термокамеры. Принципы дистанционного зондирования посевов, индексы вегетации (NDVI и др.) на уровне оператора-агронома, ограничения и типичные погрешности.	Лабораторная работа 5. Расчёт NDVI по мультиспектральным снимкам (в ПО: QGIS или онлайн-платформа). Построение и анализ карт вегетационных индексов. Выделение зон стресса.	защита работы	2
	Модульная единица 2.3. Планирование полётов и сбор данных. Планирование маршрутов полёта БПЛА: высота, перекрытие, скорость, безопасные зоны. Основы работы с программным обеспечением для планирования миссий. Организация полевых работ с БПЛА в хозяйстве (роль агронома).	Лабораторная работа 6. Работа в симуляторе «Академия дронов» (освоение взлёта, посадки, удержания позиции, простого полёта по маршруту).	защита работы	4

		Лабораторная работа 7. Планирование и выполнение автоматической миссии по облёту поля с заданными параметрами (высота, перекрытие, сетка). Экспорт отчёта.	защита работы	4
3.	Модуль 3. Цифровое управление, эффективность и нормативное обеспечение роботизированных систем		собеседование	8
	Модульная единица 3.1. Программное обеспечение для управления роботизированной техникой и БПЛА. Основные функции ПО: планирование заданий, мониторинг выполнения, ведение журналов работ. Интерфейс пользователя – агронома: карты, слои, отчёты. Обмен данными между агрономом и инженером/оператором техники. Цифровые платформы и программное обеспечение для управления роботизированной техникой и БПЛА. Цифровые платформы точного земледелия. Интеграция данных от БПЛА, спутников, наземных сенсоров и техники. Роль агронома в работе с цифровой платформой (анализ и принятие решений).	Лабораторная работа 8. Создание карты-задания для опрыскивателя / дрона на основе NDVI-слоя. Экспорт задания в формат техники. Работа в симуляторе ПО.	защита работы	2
		Лабораторная работа 9. Работа с демо-версией цифровой платформы (загрузка данных, просмотр карт NDVI, формирование отчёта по полю).	защита работы	2
	Модульная единица 3.2. Экономика внедрения роботизированных и беспилотных систем. Экономические основы внедрения роботизированных и беспилотных систем. Структура затрат на приобретение и эксплуатацию роботизированных и беспилотных систем. Показатели экономической эффективности: снижение затрат на труд, материальные ресурсы, повышение урожайности и качества продукции. Подходы к оценке окупаемости и рисков.	Лабораторная работа 10. Расчёт окупаемости автопилота / БПЛА / робота-пропольщика в Excel (заполнение готовой модели с формулами).	защита работы	2

	Модульная единица 3.3. Безопасность, правовые и экологические аспекты применения роботизированных и БПЛА. Нормативно-правовые основы использования роботизированных и беспилотных систем. Основные нормативные требования к эксплуатации БПЛА (на уровне общих положений). Требования по охране труда при работе с роботизированной техникой. Ответственность и распределение ролей между агрономом, оператором и инженером.	Лабораторная работа 11. Анализ нормативных документов (выдержки из Воздушного кодекса, приказов Минтранса, правил охраны труда). Составление чек-листа допуска к полёту БПЛА.	защита работы	2
ИТОГО			Экзамен	28

Вид мероприятия: защита, тестирование, коллоквиум, другое

Содержание практических занятий и контрольных мероприятий

Таблица 6

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид ² контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Модуль 1. Введение. Наземная роботизированная техника в растениеводстве		собеседование	2
	Модульная единица 1.1. Роботизация и цифровизация сельского хозяйства. Понятия: робот, роботизированная система, беспилотная система, автономная машина. История развития робототехники. Тенденции развития роботизации и автоматизации сельского хозяйства в мире и в России. Роль агронома в применении и внедрении роботизированных и беспилотных технологий	Практическое занятие 1. Анализ мирового и российского рынка агроботов (обзор существующих решений, кейсы внедрения). Дискуссия: «Какие задачи в нашем хозяйстве можно роботизировать в первую очередь?»	собеседование	2
	Модульная единица 1.2. Классификация роботизированных и беспилотных систем по функциональному назначению: посев, уход за посевами, внесение СЗР и удобрений, уборка, мониторинг. Структура и компоненты робототехнических систем. Роботизированная техника в растениеводстве. Роботизированные тракторы и самоходные машины. Автоматическое и параллельное вождение. Навигационные системы, основы работы автопилотов. Мобильные роботы для полевых и садовых культур: колёсные и гусеничные платформы для ухода за культурами. Роботы-	-	-	-

	опрыскиватели, для междурядной обработки, подкормки, прополки.			
	Модульная единица 1.3. Роботизированные системы внесения СЗР и удобрений. Принципы дифференцированного внесения ресурсов. Датчики дозирования, карты-задания, связь с данными агромониторинга. Пути снижения расхода СЗР и удобрений за счёт роботизации.	Практическое занятие 2. Расчёт экономии топлива и СЗР при использовании автопилота (решение задач). Расчёт окупаемости автопилота для хозяйства площадью 1000 га.	собеседование	2
2.	Модуль 2. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг		собеседование	8
	Модульная единица 2.1. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг. Классификация и устройство БПЛА для сельского хозяйства. Классификация БПЛА: мультироторные, самолётного типа и др. Основные компоненты: планер, силовая установка, система управления, полезная нагрузка. Особенности выбора БПЛА для задач агрономии.	-		
	Модульная единица 2.2. Сенсоры и полезная нагрузка БПЛА. RGB-камеры, мульти- и гиперспектральные камеры, термокамеры. Принципы дистанционного зондирования посевов, индексы вегетации (NDVI и др.) на уровне оператора-агронома, ограничения и типичные погрешности.	Практическое занятие 3. Решение задач по интерпретации NDVI-карт (выявление зон стресса, водного дефицита, болезней). Разбор кейсов: «NDVI ниже порога – что делать?», «Как отличить недостаток азота от поражения корневой гнилью по NDVI и другим индексам?»	собеседование	2

	Модульная единица 2.3. Планирование полётов и сбор данных. Планирование маршрутов полёта БПЛА: высота, перекрытие, скорость, безопасные зоны. Основы работы с программным обеспечением для планирования миссий. Организация полевых работ с БПЛА в хозяйстве (роль агронома).	Практическое занятие 4. Расчёт параметров полёта: зависимость разрешения снимка от высоты полёта; расчёт количества снимков в зависимости от площади поля, высоты и перекрытия. Решение задач.	собеседование	2
3.	Модуль 3. Цифровое управление, эффективность и нормативное обеспечение роботизированных систем		собеседование	4
	Модульная единица 3.1. Программное обеспечение для управления роботизированной техникой и БПЛА. Основные функции ПО: планирование заданий, мониторинг выполнения, ведение журналов работ. Интерфейс пользователя – агронома: карты, слои, отчёты. Обмен данными между агрономом и инженером/оператором техники. Цифровые платформы и программное обеспечение для управления роботизированной техникой и БПЛА. Цифровые платформы точного земледелия. Интеграция данных от БПЛА, спутников, наземных сенсоров и техники. Роль агронома в работе с цифровой платформой (анализ и принятие решений).	Практическое занятие 5. Сравнительный анализ 2-3 платформ по критериям (функции, стоимость, удобство интерфейса, интеграция с техникой). Составление таблицы «Плюсы и минусы».	собеседование	2

	Модульная единица 3.2. Экономика внедрения роботизированных и беспилотных систем. Экономические основы внедрения роботизированных и беспилотных систем. Структура затрат на приобретение и эксплуатацию роботизированных и беспилотных систем. Показатели экономической эффективности: снижение затрат на труд, материальные ресурсы, повышение урожайности и качества продукции. Подходы к оценке окупаемости и рисков.	Практическое занятие 6. Решение задач: сравнение эффективности ручного, механизированного и роботизированного способов выполнения операции (прополка, опрыскивание, мониторинг). Анализ чувствительности (изменение цены продукции, стоимости техники).	собеседование	2
	Модульная единица 3.3. Безопасность, правовые и экологические аспекты применения роботизированных и БПЛА. Нормативно-правовые основы использования роботизированных и беспилотных систем. Основные нормативные требования к эксплуатации БПЛА (на уровне общих положений). Требования по охране труда при работе с роботизированной техникой. Ответственность и распределение ролей между агрономом, оператором и инженером.	Практическое занятие 7. Разбор кейсов: аварийные ситуации (отказ связи, потеря БПЛА, разлив пестицида роботом, столкновение с препятствием). Действия агронома, оператора, инженера. Заполнение журнала происшествий.	собеседование	2
ИТОГО			Зачет с оценкой	14

4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины и виды самоподготовки к текущему контролю знаний

В процессе освоения дисциплины используются занятия лекционного типа (28 часов) лабораторные (28 часов) и практические (14 часов). Самостоятельная работа (38 часов) проводится в форме изучения теоретического курса и контролируется через коллоквиум (собеседование), защиты лабораторных работ.

Контроль самостоятельной работы и подготовки к лабораторным и практическим работам осуществляется с помощью итогового тестирования. Форма контроля – зачет с оценкой.

Обучающийся должен готовиться к лабораторным и практическим работам: прорабатывать лекционный материал, готовить отчеты по темам занятия в соответствии с тематическим планом. При подготовке к занятию обучающемуся следует обратиться к литературе научной библиотеки ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ». При изучении дисциплины недопустимо ограничиваться только лекционным материалом и одним-двумя учебниками. Ряд тем курса может быть вынесен преподавателем на самостоятельное изучение, с обсуждением соответствующих вопросов на занятиях. Поэтому подготовка к сдаче зачета и групповой работе на занятиях подразумевает самостоятельную работу обучающихся в течение всего семестра по материалам рекомендуемых источников (раздел учебно-методического и информационного обеспечения).

Формы организации самостоятельной работы студентов:

- работа над теоретическим материалом, прочитанным на лекциях;
- самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины;
- подготовка к лабораторным работам;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к коллоквиуму (собеседованию);
- выполнение контрольных заданий при самостоятельном изучении дисциплины;
- самотестирование по контрольным вопросам (тестам).

4.5.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний

Таблица 7

Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний

№п / п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	Кол-во часов
1	Модуль 1. Введение. Наземная роботизированная техника в растениеводстве		15
2	Модульная единица 1.1. Роботизация и цифровизация сельского хозяйства. Понятия: робот, роботизированная система, беспилотная система, автономная машина. История развития робототехники. Тенденции развития роботизации и автоматизации сельского хозяйства в мире и в России. Роль агронома в применении и внедрении	Задание 1. Составление глоссария по теме (10-15 терминов)	1

	роботизированных и беспилотных технологий.		
3	Модульная единица 1.2. Классификация роботизированных и беспилотных систем по функциональному назначению: посев, уход за посевами, внесение СЗР и удобрений, уборка, мониторинг. Структура и компоненты робототехнических систем. Роботизированная техника в растениеводстве. Роботизированные тракторы и самоходные машины. Автоматическое и параллельное вождение. Навигационные системы, основы работы автопилотов. Мобильные роботы для полевых и садовых культур: колёсные и гусеничные платформы для ухода за культурами. Роботы-опрыскиватели, для междурядной обработки, подкормки, прополки.	Задание 2. Работа с каталогами и сайтами производителей (составление сравнительной таблицы 3-5 моделей)	4
	Модульная единица 1.3. Роботизированные системы внесения СЗР и удобрений. Принципы дифференцированного внесения ресурсов. Датчики дозирования, карты-задания, связь с данными агромониторинга. Пути снижения расхода СЗР и удобрений за счёт роботизации.	Задание 3. Технические проблемы при интеграции карт-заданий с опрыскивателями разных производителей	5
	Подготовка к текущему контролю знаний		5
5	Модуль 2. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг		9
6	Модульная единица 2.1. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг. Классификация и устройство БПЛА для сельского хозяйства. Классификация БПЛА: мультироторные, самолётного типа и др. Основные компоненты: планер, силовая установка, система управления, полезная нагрузка. Особенности выбора БПЛА для задач агрономии.	Задание 3. Подготовка чек-листа «Действия агронома перед вылетом БПЛА»	4
7	Модульная единица 2.2. Сенсоры и полезная нагрузка БПЛА. RGB-камеры, мульти- и гиперспектральные камеры, термокамеры. Принципы дистанционного зондирования посевов, индексы вегетации (NDVI и др.) на уровне оператора-агронома, ограничения и типичные погрешности.		
	Модульная единица 2.3. Планирование полётов и сбор данных. Планирование маршрутов полёта БПЛА: высота, перекрытие, скорость, безопасные зоны. Основы работы с программным обеспечением для планирования миссий. Организация полевых работ с БПЛА в хозяйстве (роль агронома).		
11	Подготовка к текущему контролю знаний		5
	Модуль 3. Цифровое управление, эффективность и нормативное обеспечение роботизированных систем		14

6	Модульная единица 3.1. Программное обеспечение для управления роботизированной техникой и БПЛА. Основные функции ПО: планирование заданий, мониторинг выполнения, ведение журналов работ. Интерфейс пользователя – агронома: карты, слои, отчёты. Обмен данными между агрономом и инженером/оператором техники. Цифровые платформы и программное обеспечение для управления роботизированной техникой и БПЛА. Цифровые платформы точного земледелия. Интеграция данных от БПЛА, спутников, наземных сенсоров и техники. Роль агронома в работе с цифровой платформой (анализ и принятие решений).	Задание 4. Создание простой карты-задания в симуляторе ПО (пошаговая инструкция).	4
	Модульная единица 3.2. Экономика внедрения роботизированных и беспилотных систем. Экономические основы внедрения роботизированных и беспилотных систем. Структура затрат на приобретение и эксплуатацию роботизированных и беспилотных систем. Показатели экономической эффективности: снижение затрат на труд, материальные ресурсы, повышение урожайности и качества продукции. Подходы к оценке окупаемости и рисков.		
	Модульная единица 3.3. Безопасность, правовые и экологические аспекты применения роботизированных и БПЛА. Нормативно-правовые основы использования роботизированных и беспилотных систем. Основные нормативные требования к эксплуатации БПЛА (на уровне общих положений). Требования по охране труда при работе с роботизированной техникой. Ответственность и распределение ролей между агрономом, оператором и инженером.	Задание 5. Разбор 2-3 кейсов аварийных ситуаций (поиск в интернете реальных происшествий с агродронами, анализ причин)	5
7	Подготовка к текущему контролю знаний		5
ВСЕГО			38

4.5.2. Курсовые проекты (работы)/ контрольные работы/ расчетно-графические работы/учебно-исследовательские работы

Таблица 8

№ п/п	Темы курсовых проектов (работ)	Рекомендуемая литература (номер источника в соответствии с прилагаемым списком)
	В учебном плане не предусмотрено	

5. Взаимосвязь видов учебных занятий

Взаимосвязь учебного материала лекций, практических/лабораторных/семинарских работ/занятий с тестовыми/экзаменационными вопросами и формируемыми компетенциями представлены в таблице 8.

Таблица 9

Взаимосвязь компетенций с учебным материалом и контролем знаний студентов

Компетенции	Лек-ции	ЛР	ПЗ	СРС	Вид контроля
ПК-3	1-12	1-11	1-7	1-5	Коллоквиум (собеседование), защита работ, зачет с оценкой в виде итогового тестирования
ПК-9	1-12	1-11	1-7	1-5	Коллоквиум (собеседование), защита работ, зачет с оценкой в виде итогового тестирования

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
6.1. Карта обеспеченности литературой (таблица 10)

Таблица 10

КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙ

Кафедра общего земледелия и защиты растений Направление подготовки
 35.03.04 «Агрономия» Дисциплина «Роботизированные и беспилотные
 системы в сельском хозяйстве»

1	Вид занятий	Наименование	Авторы	Издательство	Год издания	Вид издания		Место хранения		Необходи- мое количеств о экз.	Количество экз. в вузе
						Печ.	Электр.	Библ.	Каф.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Основная											
1	Л, ПЗ	Цифровые технологии в сельском хозяйстве и городской среде : учебник для вузов	Труфляк, Е. В.	Санкт-Петербург : Лань	2024		+				https://e.lanbook.com/book/401024
2	Л, ПЗ	Цифровые технологии в агропромышленном комплексе : учебное пособие	Н. Н. Бережнов, О. В. Санкина, А. С. Березина	Кемерово : Кузбасский ГАУ	2022		+				https://e.lanbook.com/book/449951
3	Л, ПЗ	Экологическая безопасность в сельскохозяйственном производстве : учебное пособие	Адылин, И. П.	Брянск : Брянский ГАУ	2022		+				https://e.lanbook.com/book/304715
4	Л, ПЗ, СРС	Умная сельскохозяйственная техника : учебное пособие	Н. И. Шило, Н. К. Толочко, С. О. Нукешев [и др.].	Астана : КазАТИУ	2017		+				https://e.lanbook.com/book/234065
5	Л, ПЗ	Сельскохозяйственные беспилотные летательные аппараты : учебное пособие для вузов	Труфляк, Е. В.	Санкт-Петербург : Лань	2026		+				https://e.lanbook.com/book/510241
6	Л, ПЗ, СРС	Дистанционное зондирование и обследование сельскохозяйственных земель : учебное пособие	Елисеева, Н. С.	Омск : Омский ГАУ	2024		+				https://e.lanbook.com/book/407570

Дополнительная											
1	Л, ПЗ, СРС	Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование : учебное пособие	Ковалёв, М. А.	Самара : Самарский университет	2024		+				https://e.lanbook.com/book/480347
3	Л, ПЗ, СРС	Развитие опытно-производственного хозяйства аграрного вуза на основе реализации цифровых платформенных решений : монография	С. А. Родимцев, Т. И. Гуляева, Л. П. Еремин [и др.].	Орел : ОрелГАУ	2021		+				URL: https://e.lanbook.com/book/213560
4	Л, ПЗ, СРС	Цифровые технологии в общепрофессиональной деятельности: методические указания : методические указания	А. С. Новиков	Вологда : ВГМХА им. Н.В. Верещагина	2025		+				https://e.lanbook.com/book/518981

Директор Научной библиотеки: Зорина Р.А.

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»)

1. Каталог библиотеки – www.kgau.ru/new/biblioteka/
2. web-ирбис64+
3. Эбс «Лань» – e.lanbook.com
4. Эбс юрайт - www.biblio-online.ru/
5. Эбс agrilib - <http://ebs.rgazu.ru/>
6. Национальная электронная библиотека - <http://нэб.рф/>
7. Научная электронная библиотека "elibrary.ru" – www.elibrary.ru
8. Справочно-правовая система консультантплюс- www.consultant.ru
9. Информационно – аналитическая система «статистика» - www.ias-stat.ru/
10. Перечень информационных систем Минсельхоза России

<https://mex.gov.ru/analytics/infosystems/>

6.3. Программное обеспечение

1. Office 2007 Russian OpenLicensePask NoLev
2. ABBYY FineReader 10 Corporate Edition.
3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Стандартный Russian Edition. 1000-1499 Node 2 year Educational License
4. Acrobat Professional Russian 8.0 AcademicEdition Band R 1-9999

7. Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций

При изучении дисциплины «Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве» с бакалаврами в течение 5 семестра проводятся лекции, лабораторные работы, практические занятия. Зачет с оценкой определяется как сумма баллов по результатам всех запланированных учебных мероприятий (табл. 11).

Итоговая оценка знаний студентов учитывает результаты модульно-рейтинговой системы контроля знаний.

Таблица 11

Рейтинг - план дисциплины «Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве»

Календарный модуль 1				Итого баллов
Дисциплинарные модули	баллы по видам работ			
	Коллоквиум (собеседование)	Защита лабораторных работ	Экзамен	
ДМ ₁	5	15		20
ДМ ₂	5	20		25
ДМ ₃	5	20		25
Итоговое тестирование				30
Итого за КМ ₁	15	55	30	100

Студенты, не набравшие 60 баллов в течение семестра по дисциплине сдают зачет с оценкой.

Текущая аттестация бакалавров проводится во время зачетно-экзаменационной сессии преподавателями, ведущими лекционные и лабораторные работы по дисциплине в

следующих формах:

- посещение лекций и ведение конспекта;
- защита лабораторных работ;
- коллоквиум (собеседование);
- отдельно оцениваются личностные качества бакалавров:

исполнительность, инициативность, активность.

Контроль освоения модульной дисциплины «Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве» осуществляется с использованием балльно-рейтинговой системы, включающей входной (в начале изучения модульной дисциплины), текущий (на занятиях), рубежный (по модулям) и выходной контроль (зачет с оценкой) знаний, умений и навыков студентов.

Учитываются все виды учебной деятельности, оцениваемые определенным количеством баллов. В итоговую сумму баллов входят результаты всех контролируемых видов деятельности – посещение занятий, защита работ, прохождение тестового контроля и т.п.

Обучаемый обязан отчитаться по всем учебным модулям дисциплины и с учётом выходного контроля набрать не менее 60 баллов по данной дисциплине.

Все виды учебных работ должны быть выполнены точно в сроки, предусмотренные графиком учебного процесса.

Формы и методы текущего контроля: устное выборочное собеседование, проверка и оценка выполнения практических заданий и др.

При изучении каждого модуля дисциплины проводится рубежный контроль знаний с целью проверки и коррекции хода освоения теоретического материала и практических умений и навыков. Рубежный контроль знаний проводится по графику в часы практических занятий по основному расписанию.

Модуль считается сданным, если студент получил не менее 60% баллов от максимально возможного количества, которое он мог бы получить за этот модуль.

В конце семестра на основании поэтапного контроля обучения суммируются баллы текущих, рубежных и творческого рейтингов, подсчитываются дополнительные баллы (посещаемость и активность на занятиях) и принимается решение о допуске обучаемого к выходному контролю или освобождении от его сдачи.

Если по результатам текущих, рубежных и творческого рейтингов студент набрал в сумме менее 40% баллов от максимального рейтинга дисциплины, то до выходного контроля он не допускается и считается задолжником по этой дисциплине. Для устранения задолженностей студент получает индивидуальное задание для самостоятельной работы.

Если же сумма баллов составляет более 60% от максимального рейтинга дисциплины, то по усмотрению преподавателя студенту может быть проставлен экзамен без сдачи выходного контроля. В этом случае к набранному рейтингу добавляются поощрительные баллы. Максимальное их число составляет до 30% от общего рейтинга дисциплины. Если студент не набрал на протяжении семестра необходимое количество баллов, он сдаёт экзамен по расписанию зачётной сессии.

Промежуточной формой контроля по дисциплине «Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве» является зачет с оценкой в виде тестирования.

Более подробно прописаны критерии выставления оценок по текущей и промежуточной аттестации в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обучения применяется курс в модульной объектно-ориентированной динамической учебной среде (MOODLe), в котором интегрирована информация по дисциплине, совокупность дидактических средств и методических материалов, обеспечивающих сопровождение учебного процесса по всем видам занятий и работ по дисциплине.

Таблица 12

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	Аудиторный фонд
Лекции	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная мультимедийным оборудованием (мультимедиа-проектор BenQ) (А 3-3, 3-2)
Лабораторные	Научно-исследовательская лаборатория для проведения лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (А 3-1), проектор Viewsonic PJ568D DLP 2500 lumines XGA 1024 x 768 Ноутбук Acer 15.6 ES1-531-C6LK intel. химическая и лабораторная посуда; микроскопы (Микмед-1); камера к микроскопу, ноутбук, бинокляры; лупы обычные; посуда и мешки для сбора образцов, энтомологические сачки, холодильник Бирюса-6, рН-метр, термостат, дистиллятор, Весы ЕК-3000.
Самостоятельная работа	Помещения для самостоятельной работы обучающихся (А 3-4), 1 компьютер, 2 ноутбука с выходом в Интернет

9. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

9.1. Методические указания по дисциплине для обучающихся

Для качественного освоения дисциплины важно с самого начала сформировать целостное представление о целях цифровой трансформации аграрного сектора, принципах функционирования различных роботизированных комплексов и беспилотных авиационных систем, а также осознать, что грамотное внедрение таких технологий в работу хозяйства требует комплексного анализа множества разнородных данных — от пространственных характеристик полей до экономических ограничений.

Работа с материалами курса должна опираться на понимание ключевого принципа: «какую операцию автоматизируем, каким устройством и при каких условиях». Этот подход вырабатывается как во время аудиторных занятий, так и в процессе самостоятельной подготовки. Не стоит механически переносить готовые схемы планирования маршрутов, методы расчёта вегетационных индексов или варианты экономических обоснований, рассмотренные в лекциях или учебных пособиях. Учебные примеры служат лишь иллюстрацией понятий, характеристик и алгоритмов, которые в дальнейшем следует сознательно адаптировать для каждой конкретной производственной ситуации. Приступая к изучению любого раздела, необходимо чётко понимать, какие исходные сведения требуются и какой именно результат должен быть получен — будь то выбор типа летательного аппарата, подготовка карты дифференцированного внесения или оценка срока возврата инвестиций.

Следует учитывать, что все разделы дисциплины тесно связаны между собой и представляют собой части единой технологической цепочки: от устройства наземных и воздушных роботизированных систем до работы с цифровыми платформами, экономических расчётов и правовых ограничений.

Как и в случае с другими дисциплинами учебного плана, важным условием успеха является своевременное выполнение всех запланированных практических и лабораторных работ. По курсу «Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве» это подготовка полётных заданий в симуляторах, построение карт вегетационных индексов, формирование управляющих файлов для техники, расчёт эффективности внедрения. Систематическая проработка материала в течение семестра позволит уверенно отвечать на тестовые вопросы, справляться с индивидуальными заданиями и применять полученные знания в реальной профессиональной деятельности.

9.2. Методические указания по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается:

1. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
 - 1.1. размещение в доступных для обучающихся местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий;
 - 1.2. присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
 - 1.3. выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
2. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:
 - 2.1. надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;
3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:
 - 3.1. возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения института, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

Таблица 13

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в одной из форм, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Категории студентов	Формы
С нарушением слуха	в печатной форме; в форме электронного документа;
С нарушением зрения	в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла;
С нарушением опорно-двигательного аппарата	в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обу-

чающихся.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

ПРОТОКОЛ ИЗМЕНЕНИЙ РПД

Дата	Раздел	Изменения	Комментарии

Программу разработали: Савенкова Е.В., к.б.н.

РЕЦЕНЗИЯ

На рабочую программу учебной дисциплины «Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве», разработанную Савенковой Е.В., к.б.н., доцентом кафедры общего земледелия и защиты растений ИАЭТ ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ»

Рабочая программа дисциплины «Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве» разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия. Дисциплина реализуется в институте агроэкологических технологий кафедрой общего земледелия и защиты растений.

Содержание дисциплины охватывает изучение методов фитосанитарного мониторинга и прогнозирования, методов защиты растений, построение систем защиты растений для групп культур открытого и закрытого грунта и в условиях хранения. Особое внимание уделяется внедрению цифровых технологий в систему защиты растений.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические работы, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены текущий контроль успеваемости в форме коллоквиума, защиты лабораторных работ и промежуточная аттестация в форме экзамена (итоговое тестирование).

В рабочей программе учебной дисциплины «Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве» отражены:

1. Цели освоения дисциплины. Дано описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями программы.
2. Указан перечень и описание компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины, а также требования к знаниям, умениям и навыкам, полученным в ходе изучения дисциплины.
3. Структура и содержание программы отвечает предъявляемым требованиям.
4. Приводятся задания для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины содержит перечень основной литературы, дополнительной литературы и программного обеспечения.
6. Указан фактический перечень оборудования и технических средств обучения, обеспечивающий проведение всех видов учебной работы.

Рабочая программа, составленная Савенковой Е.В. соответствует требованиям ФГОС ВО, ОПОП ВО, Учебного плана и может быть рекомендована к применению для обеспечения основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 35.03.04 «Агрономия», дисциплине «Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве».

Рецензент: к.с.-х.н., в.н.с.
лаборатории сортовой
агротехнологии
КрасНИИСХ
обособленного
подразделения
ФИЦ КНЦ СО РАН



Василенко А.В.