

**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

Директор института

"18" мая 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ

Груббер В.В.

Ректор

"29" мая 2026 г.

Пыжикова Н.И.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Роботизированные и беспилотные системы в сельском хозяйстве

ФГОС ВО

Направление подготовки 35.03.04 – Агрономия  
(код, наименование)

Направленность (профиль): Цифровые агротехнологии

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения заочная

Квалификация выпускника: бакалавр

Красноярск, 2026



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
ВЫДАННОЙ: ФГБОУ ВО КРАСНОЯРСКИЙ ГАУ  
ВЛАДЕЛЕЦ: РЕКТОР ПЫЖИКОВА Н.И.  
ДЕЙСТВИТЕЛЕН: 15.05.2025 - 08.08.2026

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

«12» мая 2026г.

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.04 «Агрономия», примерной основной профессиональной образовательной программы (ПООП ВО) по направлению подготовки 35.03.04 «Агрономия», профессионального стандарта Профессиональный стандарт «Агроном», утвержденный 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 № 9 «12» мая 2026 г.

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

«12» мая 2026 г.

### **Лист согласования рабочей программы**

Программа принята методической комиссией института агроэкологических технологий, протокол № 9 «18» мая 2026 г.

Председатель методической комиссии Батанина Е.В., к.б.н., доцент

«18» мая 2026 г.

Заведующий выпускающей кафедрой по направлению подготовки  
Халипский А.Н., д. с.-х. н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«18» мая 2026 г.

## Оглавление

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

## 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 (8 часа), лабораторные (10 часов), практические (4 часов), самостоятельной работы студента (82 часов), контроль (4 часа).

### 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 технологии 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
		Владеть: навыками для для решения задач в профессиональной деятельности
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	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.

	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
			№ 7
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа</b>	<b>0,6</b>	<b>22</b>	<b>22</b>
в том числе:			
Лекции (Л) / в том числе в интерактивной форме		8/2	8/2
Лабораторные работы (ЛР) / в том числе в интерактивной форме		10/2	10/2
Практические работы (ПР) / в том числе в интерактивной форме		4/2	4/2
<b>Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>2,3</b>	<b>82</b>	<b>82</b>
в том числе:			
самостоятельное изучение тем и разделов		67	67
самоподготовка к текущему контролю знаний		15	15
<b>Вид контроля:</b>	<b>0,1</b>	<b>4</b>	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	
<b>Модуль 1. Введение. Наземная роботизированная техника в растениеводстве</b>		4	2		22
<b>Модульная единица 1.1.</b> 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.		2			4
<b>Модульная единица 1.2.</b> 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.		2			8
<b>Модульная единица 1.3.</b> 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.			2		10
<b>Модуль 2. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг</b>		2	4	2	31
<b>Модульная единица 2.1.</b> 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		2			11

нагрузка. Особенности выбора БПЛА для задач агрономии.					
<b>Модульная единица 2.2.</b> 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.		2	2	2	-
<b>Модульная единица 2.3.</b> 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).			2		19
<b>Модуль 3. Цифровое управление, эффективность и нормативное обеспечение роботизированных систем</b>		-	4	2	29
<b>Модульная единица 3.1.</b> 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).			4		9
<b>Модульная единица 3.2.</b> 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.					10
<b>Модульная единица 3.3.</b> Безопасность, правовые и экологические аспекты применения роботизированных и БПЛА. Нормативно-правовые основы использования				3	10

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.					
<b>Зачет</b>	<b>4</b>				
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>82</b>

## 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 <sup>1</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Модуль 1. Введение. Наземная роботизированная техника в растениеводстве</b>		собеседование	<b>10</b>
	<b>Модульная единица 1.1.</b> 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
	<b>Модульная единица 1.2.</b> 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,	Лекция № 2. Классификация по функциональному назначению: посев, уход, внесение СЗР и удобрений, уборка, мониторинг. Структура и компоненты робототехнических систем.		2

	подкормки, прополки.			
	<b>Модульная единица 1.3.</b> 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.			
2.	<b>Модуль 2. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг</b>		собеседование	<b>8</b>
	<b>Модульная единица 2.1.</b> 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 № 3. Классификация БПЛА: мультироторные, самолётного типа, конвертопланы (VTOL). Основные компоненты: планер, силовая установка, система управления, полезная нагрузка. Особенности выбора для задач агрономии.		2
	<b>Модульная единица 2.2.</b> 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 № 4. RGB-камеры, мультиспектральные камеры, гиперспектральные камеры, термокамеры. Принципы дистанционного зондирования. Вегетационные индексы: NDVI, NDRE, GNDVI, CWSI (формулы, интерпретация значений). Ограничения и типичные погрешности.		2
	<b>Модульная единица 2.3.</b> 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).			
3.	<b>Модуль 3. Цифровое управление, эффективность и нормативное обеспечение роботизированных систем</b>		собеседование	<b>10</b>

<p><b>Модульная единица 3.1.</b>  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).</p>			
<p><b>Модульная единица 3.2.</b>  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.</p>			
<p><b>Модульная единица 3.3.</b>  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.</p>			
<b>ИТОГО</b>		<b>Зачет с оценкой</b>	<b>8</b>

#### 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 <sup>2</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Модуль 1. Введение. Наземная роботизированная техника в растениеводстве</b>		<b>собеседование</b>	<b>8</b>
	<b>Модульная единица 1.1.</b> 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.	-	-	-
	<b>Модульная единица 1.2.</b> 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.	-	-	-
	<b>Модульная единица 1.3.</b> 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 1. Работа с симулятором системы автовождения (настройка RTK-поправок, планирование маршрута, оценка точности вождения). Сравнение точности при разных режимах.	защита работы	2

2.	<b>Модуль 2. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг</b>	<b>собеседование</b>	<b>12</b>
	<b>Модульная единица 2.1.</b> 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.		
	<b>Модульная единица 2.2.</b> 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 2. Расчёт NDVI по мультиспектральным снимкам (в ПО: QGIS или онлайн-платформа). Построение и анализ карт вегетационных индексов. Выделение зон стресса.	защита работы 2
	<b>Модульная единица 2.3.</b> 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 3. Работа в симуляторе «Академия дронов» (освоение взлёта, посадки, удержания позиции, простого полёта по маршруту).	защита работы 4
3.	<b>Модуль 3. Цифровое управление, эффективность и нормативное обеспечение роботизированных систем</b>	<b>собеседование</b>	<b>8</b>
	<b>Модульная единица 3.1.</b> 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,	Лабораторная работа 4. Создание карты-задания для опрыскивателя / дрона на основе NDVI-слоя. Экспорт задания в формат техники. Работа в симуляторе ПО.	защита работы 2
		Лабораторная работа 5. Работа с демо-версией цифровой платформы (загрузка данных, просмотр карт NDVI, формирование отчёта по полю).	защита работы 2

	спутников, наземных сенсоров и техники. Роль агронома в работе с цифровой платформой (анализ и принятие решений).			
	<p align="center"><b>Модульная единица 3.2.</b></p> <p>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.</p>			
	<p align="center"><b>Модульная единица 3.3.</b></p> <p>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.</p>			
<b>ИТОГО</b>			<b>Зачет с оценкой</b>	<b>10</b>

**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 <sup>2</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Модуль 1. Введение. Наземная роботизированная техника в растениеводстве</b>		<b>собеседование</b>	<b>2</b>
	<p><b>Модульная единица 1.1.</b>                      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</p>			
	<p><b>Модульная единица 1.2.</b>                      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-</p>			

	опрыскиватели, для междурядной обработки, подкормки, прополки.			
	<b>Модульная единица 1.3.</b> 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.			
2.	<b>Модуль 2. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг</b>	<b>собеседование</b>	<b>8</b>	
	<b>Модульная единица 2.1.</b> 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.	-		
	<b>Модульная единица 2.2.</b> Сенсоры и полезная нагрузка БПЛА. RGB-камеры, мульти-гиперспектральные камеры, термокамеры. Принципы дистанционного зондирования посевов, индексы вегетации (NDVI и др.) на уровне оператора-агронома, ограничения и типичные погрешности.	Практическое занятие 1. 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

	<p><b>Модульная единица 2.3.</b>  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).</p>		
3.	<p><b>Модуль 3. Цифровое управление, эффективность и нормативное обеспечение роботизированных систем</b></p> <p><b>Модульная единица 3.1.</b>  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).</p>	собеседование	4

	<p><b>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.</b></p>			
	<p><b>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.</b></p>	<p>Практическое занятие 2. Разбор кейсов: аварийные ситуации (отказ связи, потеря БПЛА, разлив пестицида роботом, столкновение с препятствием). Действия агронома, оператора, инженера. Заполнение журнала происшествий.</p>	<p>собеседование</p>	<p>2</p>
<b>ИТОГО</b>		<b>Зачет с оценкой</b>	<b>4</b>	

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

В процессе освоения дисциплины используются занятия лекционного типа (8 часов) лабораторные (10 часов) и практические (4 часа). Самостоятельная работа (82 часа) 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	<b>Модуль 1. Введение. Наземная роботизированная техника в растениеводстве</b>		<b>22</b>
2	<b>Модульная единица 1.1.</b> 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	<b>Задание 1.</b> Анализ мирового и российского рынка агроботов (обзор существующих решений, кейсы внедрения). Дискуссия: «Какие задачи в нашем хозяйстве можно роботизировать в первую очередь?» <b>Задание 2.</b> Составление глоссария по теме (10-15 терминов)	3

	беспилотных технологий.		
3	<p><b>Модульная единица 1.2.</b> 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.</p>	<p><b>Задание 3.</b> Автоматическое и параллельное вождение. Навигационные системы (GPS, ГЛОНАСС, RTK-поправки). Основы работы автопилотов.</p> <p><b>Задание 4.</b> Колёсные и гусеничные роботизированные платформы. Роботы-опрыскиватели, роботы для междурядной обработки, подкормки, прополки. Примеры существующих решений (ECOROBOTIX, FarmDroid, Naïo Technologies и др.).</p> <p>Изучение компонентов агроботов на схемах и макетах (сенсоры, исполнительные устройства, система управления, навигация, связь).</p> <p><b>Задание 5.</b> Работа с каталогами и сайтами производителей (составление сравнительной таблицы 3-5 моделей)</p>	6
	<p><b>Модульная единица 1.3.</b> 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.</p>	<p><b>Задание 6.</b> Принципы дифференцированного внесения ресурсов (Variable Rate Application – VRA). <b>Задание 7.</b> Датчики дозирования, карты-задания, связь с данными агромониторинга. Пути снижения расхода СЗР и удобрений за счёт роботизации.</p> <p><b>Задание 8.</b> Технические проблемы при интеграции карт-заданий с опрыскивателями разных производителей</p> <p><b>Задание 9.</b> Изучение технических характеристик мобильных агроботов (работа с каталогами, сравнение моделей по таблице: масса, ширина захвата, автономность, цена).</p> <p><b>Задание 10.</b> Расчёт экономии топлива и СЗР при использовании автопилота (решение задач). Расчёт окупаемости автопилота для хозяйства площадью 1000 га.</p>	8
	Подготовка к текущему контролю знаний		5
<b>5</b>	<b>Модуль 2. Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг</b>		<b>31</b>
6	<p><b>Модульная единица 2.1.</b> Беспилотные летательные аппараты и дистанционный агромониторинг. Классификация и устройство БПЛА для сельского хозяйства.</p>	<p><b>Задание 11.</b> Изучение устройства БПЛА (разбор типового квадрокоптера на схеме или макете: рама, ESC, моторы, полётный контроллер, GPS,</p>	10

	Классификация БПЛА: мультироторные, самолётного типа и др. Основные компоненты: планер, силовая установка, система управления, полезная нагрузка. Особенности выбора БПЛА для задач агрономии.	полезная нагрузка) <b>Задание 12.</b> Подготовка чек-листа «Действия агронома перед вылетом БПЛА»	
7	<b>Модульная единица 2.2.</b> 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.		
	<b>Модульная единица 2.3.</b> 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).	<b>Задание 13.</b> Планирование маршрутов: высота, скорость, продольное и поперечное перекрытие, тип сетки. Безопасные зоны и ограничения. <b>Задание 14.</b> Основы работы с ПО для планирования миссий (Pix4Dcapture, DroneDeploy, UgCS, «Академия дронов»). Организация полевых работ с БПЛА в хозяйстве. <b>Задание 15.</b> Планирование и выполнение автоматической миссии по облёту поля с заданными параметрами (высота, перекрытие, сетка). Экспорт отчёта. Расчёт параметров полёта: зависимость разрешения снимка от высоты полёта; расчёт количества снимков в зависимости от площади поля, высоты и перекрытия. Решение задач.	<b>15</b>
11	Подготовка к текущему контролю знаний		5
<b>Модуль 3. Цифровое управление, эффективность и нормативное обеспечение роботизированных систем</b>			<b>29</b>
6	<b>Модульная единица 3.1.</b> 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	<b>Задание 16.</b> Основные функции ПО: планирование заданий, мониторинг выполнения, ведение журналов работ. Интерфейс пользователя-агронома: карты, слои, отчёты. Обмен данными между агрономом, инженером и оператором. <b>Задание 17.</b> Обзор цифровых платформ (AgroSignal, OneSoil, Cropio, FieldBee, Аэроскут и др.). Интеграция данных от БПЛА, спутников, наземных сенсоров и	8

	<p>платформы точного земледелия. Интеграция данных от БПЛА, спутников, наземных сенсоров и техники. Роль агронома в работе с цифровой платформой (анализ и принятие решений).</p>	<p>техники. Роль агронома в работе с платформой (анализ, принятие решений).  <b>Задание 18.</b> Создание простой карты-задания в симуляторе ПО (пошаговая инструкция).  <b>Задание 19.</b> сравнительный анализ 2-3 платформ по критериям (функции, стоимость, удобство интерфейса, интеграция с техникой). Составление таблицы «Плюсы и минусы».</p>	
	<p><b>Модульная единица 3.2.</b>  <b>Экономика внедрения роботизированных и беспилотных систем.</b> 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.</p>	<p><b>Задание 20.</b> 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, организационные).  <b>Задание 21.</b> Расчёт окупаемости автопилота / БПЛА / робота-пропольщика в Excel (заполнение готовой модели с формулами).  Решение задач: сравнение эффективности ручного, механизированного и роботизированного способов выполнения операции (прополка, опрыскивание, мониторинг).  Анализ чувствительности (изменение цены продукции, стоимости техники).</p>	<b>8</b>
	<p><b>Модульная единица 3.3.</b>  <b>Безопасность, правовые и экологические аспекты применения роботизированных и БПЛА.</b> 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.</p>	<p><b>Задание 22.</b> Нормативно-правовые основы использования БПЛА в РФ (регистрация, разрешения, ограничения по высоте и зонам). Охрана труда при работе с роботизированной техникой.  <b>Задание 23.</b> Анализ нормативных документов (выдержки из Воздушного кодекса, приказов Минтранса, правил охраны труда). Составление чек-листа допуска к полёту БПЛА.  <b>Задание 24.</b> Экологические аспекты: снижение пестицидной нагрузки, уменьшение уплотнения почвы. Ответственность и распределение ролей (агроном, оператор, инженер).  <b>Задание 25.</b> Разбор 2-3 кейсов аварийных ситуаций (поиск в</p>	<b>8</b>

		интернете реальных происшествий с агроботами и дронами, анализ причин)	
7	Подготовка к текущему контролю знаний		5
<b>ВСЕГО</b>			<b>82</b>

#### 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	Лекции	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		Необходимое количество экз.	Количество экз. в вузе
						Печ.	Электр.	Библ.	Каф.		
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Основная</b>											
1	Л, ПЗ	Цифровые технологии в сельском хозяйстве и городской среде : учебник для вузов	Труфляк, Е. В.	Санкт-Петербург : Лань	2024		+				<a href="https://e.lanbook.com/book/401024">https://e.lanbook.com/book/401024</a>
2	Л, ПЗ	Цифровые технологии в агропромышленном комплексе : учебное пособие	Н. Н. Бережнов, О. В. Санкина, А. С. Березина	Кемерово : Кузбасский ГАУ	2022		+				<a href="https://e.lanbook.com/book/449951">https://e.lanbook.com/book/449951</a>
3	Л, ПЗ	Экологическая безопасность в сельскохозйственном производстве : учебное пособие	Адылин, И. П.	Брянск : Брянский ГАУ	2022		+				<a href="https://e.lanbook.com/book/304715">https://e.lanbook.com/book/304715</a>
4	Л, ПЗ, СРС	Умная сельскохозйственная техника : учебное пособие	Н. И. Шило, Н. К. Толочко, С. О. Нукешев [и др.].	Астана : КазАТИУ	2017		+				<a href="https://e.lanbook.com/book/234065">https://e.lanbook.com/book/234065</a>
5	Л, ПЗ	Сельскохозйственные беспилотные летательные аппараты : учебное пособие для вузов	Труфляк, Е. В.	Санкт-Петербург : Лань	2026		+				<a href="https://e.lanbook.com/book/510241">https://e.lanbook.com/book/510241</a>
6	Л, ПЗ, СРС	Дистанционное зондирование и обследование сельскохозйственных земель : учебное пособие	Елисеева, Н. С.	Омск : Омский ГАУ	2024		+				<a href="https://e.lanbook.com/book/407570">https://e.lanbook.com/book/407570</a>

Дополнительная

1	Л, ПЗ, СРС	Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование : учебное пособие	Ковалёв, М. А.	Самара : Самарский университет	2024		+				<a href="https://e.lanbook.com/book/480347">https://e.lanbook.com/book/480347</a>
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: <a href="https://e.lanbook.com/book/213560">https://e.lanbook.com/book/213560</a>
4	Л, ПЗ, СРС	Цифровые технологии в общепрофессиональной деятельности: методические указания : методические указания	А. С. Новиков	Вологда : ВГМХА им. Н.В. Верещагина	2025		+				<a href="https://e.lanbook.com/book/518981">https://e.lanbook.com/book/518981</a>

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/](http://www.kgau.ru/new/biblioteka/)
2. web-ирбис64+
3. Эбс «Лань» – [e.lanbook.com](http://e.lanbook.com)
4. Эбс юрайт - [www.biblio-online.ru/](http://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](http://www.elibrary.ru)
8. Справочно-правовая система консультантплюс- [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)
9. Информационно – аналитическая система «статистика» - [www.ias-stat.ru/](http://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			
	Тестирование	Защита лабораторных работ и практических работ	Экзамен	
ДМ <sub>1</sub>	10	5		15
ДМ <sub>2</sub>	15	15		30
ДМ <sub>3</sub>	10	15		25
Итоговое тестирование				30
Итого за КМ <sub>1</sub>	35	35	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 послушу:
  - 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 нарушение слуха	в печатной форме; в форме электронного документа;
С нарушением зрения	в печатной форме увеличенных 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.