

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Саратовский государственный университет имени Н.И.Вавилова»

СОГЛАСОВАНО

Начальник ОИППК

/Гераскина А.А./

« 28 » января 2026 г.

Проректор по ИР

/Денисов К.Г./

« 28 »



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Модуль	«Роботы, мехатроника и робототехнические системы»
Научная специальность	2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы.
Нормативный срок обучения	4 года
Форма обучения	Очная

Разработчик(и): *доцент Ключиков А.В.*

(подпись)

Саратов 2026

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения модуля «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» является формирование у аспирантов навыков выбора и планирования проведения мелиоративных мероприятий и мероприятий по рекультивации нарушенных и загрязненных земель, направленных на восстановление плодородия почвы, осуществления научно-исследовательской деятельности в области агрофизических процессов и водного хозяйства.

## **2. Место дисциплины в структуре программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (программы аспирантуры)**

Освоение программы аспирантуры осуществляется по научной специальности 2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы, предусмотренной номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

В соответствии с учебным планом модуль 2.5.4 «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» относится к элективным дисциплинам образовательного компонента.

Модуль базируется на знаниях, имеющихся у аспирантов при получении высшего образования (специалитет, магистратура).

Для качественного освоения модуля аспирант должен:

– знать: основные понятия и классификацию узлов и механизмов роботов; основы кинематического расчета узлов роботов, их проектирования и стадии разработки; общие сведения, принципы работы и особенности расчета преобразователей движения роботов; организацию компьютерных и микропроцессорных систем управления различного назначения; принципы построения процессорных систем управления и организацию их программного обеспечения; принципы компьютерного управления движением рабочих органов роботов; особенности проектирования процессорных систем управления принципами компьютерного управления движением рабочих органов роботов и робототехнических систем; основные понятия искусственного интеллекта; принципы построения систем искусственного интеллекта в технике; основные направления развития мехатроники и робототехники;

– уметь: проектировать механизмы, узлы и детали роботов и робототехнических систем; рассчитывать и выбирать элементы роботов и робототехнических систем; разрабатывать алгоритмы управления роботами, робототехническими и мехатронными системами; выбирать контрольно-измерительные приборы и аппаратуру; построить элементарную экспертную систему для определенной предметной области; использовать пакеты прикладных программ для решения задач мехатроники и робототехники методами нечеткой логики и нейронных сетей; собирать, обрабатывать, анализировать научно-техническую информацию по тематике исследований; проводить библиографическую и информационно-поисковую работы, использовать ее

результаты при решении профессиональных задач, использовать рекомендуемые справочные материалы; грамотно составлять аналитические обзоры и научно-технические отчеты по результатам выполненной работы;

– владеть: методами конструирования мехатронных и робототехнических систем; методикой расчета элементов мехатронных модулей и роботов; навыками работы со справочной литературой; программным обеспечением по разработке структуры систем управления на основе микроконтроллеров или микроЭВМ; основными методами в области искусственного интеллекта; навыками решения технических и творческих задач; навыками работы с научно-технической информацией на компьютере, систематизации полученной научно-технической информации; опытом сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в области исследования.

Модуль «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» является базовым для проведения научных исследований, подготовки публикаций, диссертации к защите.

### **3. Перечень планируемых результатов освоения по модулю, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры**

Перечень планируемых результатов освоения по модулю:

**РО 1** – основные способы и средства самостоятельного получения информации о видах энергии, путях её преобразования и применения в приводах мехатронных и робототехнических систем, концепции построения приводов постоянного и переменного тока, роли электрических и гидравлических приводов для мехатронных и робототехнических систем;

**РО 2** – разрабатывать математические модели мехатронных устройств, их модулей; применять методы моделирования систем управления мехатронными и робототехническими системами;

**РО 3** – разрабатывать, программировать и отлаживать программы для компьютерного управления мехатронными объектами, для микроконтроллеров в составе систем управления выполнять отладку программного обеспечения систем управления совместно с электронными блоками и модулями;

**РО 4** – навыки работы в современных системах автоматизированного проектирования;

**РО 5** – навыки анализа представляемых математических, методических и практических результатов, анализа собственных результатов исследования и формулирования выводов по работе.

В результате освоения модуля «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» аспирант должен:

Знать	Уметь	Владеть
1	2	3
основные способы и средства самостоятельного получения информации о видах энергии, путях её преобразования и применения в приводах мехатронных и робототехнических систем; концепции построения приводов постоянного и переменного тока; роль электрических и гидравлических приводов в мехатронных и робототехнических системах.	разрабатывать математические модели мехатронных устройств, их модулей; применять методы моделирования систем управления мехатронными и робототехническими системами; разрабатывать, программировать и отлаживать программы для компьютерного управления мехатронными объектами, для микроконтроллеров в составе систем управления выполнять отладку программного обеспечения систем управления совместно с электронными блоками и модулями.	навыками работы в современных системах автоматизированного проектирования; навыками анализа представляемых математических, методических и практических результатов, анализа собственных результатов исследования и формулирования выводов по работе.

#### 4. Объём, структура и содержание модуля

Общая трудоемкость модуля составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

Таблица 1

##### Объем дисциплины

	Количество часов						
	Всего	в т.ч. по семестрам					
		1	2	3	4	5	6
Контактная работа – всего, в т.ч.	168					168	
<i>аудиторная работа:</i>	144					144	
лекции	72					72	
лабораторные	-					-	
практические	72					72	
<i>контроль</i>	24					24	
Самостоятельная работа	72					72	
Форма итогового контроля	Э					Э	

Таблица 2

## Структура и содержание модуля

№ п/п	Тема занятия. Содержание	Неделя семестра	Контактная работа			Самостоятельная работа	Контроль знаний	
			Вид занятия	Форма проведения	Количество часов	Количество часов	Вид	Форма
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>5 семестр</b>								
<b>Раздел 1 Роботы и робототехнические системы</b>								
1	<b>Сущность, значение и виды роботов и робототехнических систем.</b> История возникновения и развития робототехнических систем. Базовые понятия и определения робототехники. Состав, параметры и классификация роботов и робототехнических систем. Значение роботов в различных сферах жизнедеятельности.	1	Л	Т	2	1	ТК	УО
2	<b>Сенсорные системы и чувствительные устройства.</b> Назначение сенсоров и сенсорной системы. Группы сенсорных систем. Контактные и бесконтактные сенсорные системы. Датчики и сенсоры, необходимые для функционирования робототехнических систем. Информационные датчики: их погрешности и способы снижения. Лакационные датчики и системы. Определение расстояния, направления перемещения, скорости и расстояния до объектов. Дифференциальные схемы включения различных датчиков. Тенденции в сенсорике роботов.	1	Л	Т	2	1	ТК	УО
3	<b>Устройства управления роботом.</b> Понятие и сущность процесса управления роботами и робототехническими системами. Виды устройств управления: программные, адаптивные, интеллектуальные, автоматические, ручные, контурные, дискретные позиционные, дискретные цикловые. Встраиваемые системы управления: особенности построения и реализации, функциональные возможности и требования к их обеспечению. Приводы роботов: типы, специфические характеристики. Асинхронный двигатель, как звено системы автоматического управления.	2	Л	В	4	2	ТК	УО
4	<b>Сигналы систем управления.</b> Сигналы промышленных датчиков. Сигналы датчиков робототехнических систем. Получение, ввод в систему управления и обработка поступающих сигналов. Особенности организации управления на основе сигналов от датчиков.	2	Л	В	4	2	ТК	УО
5	<b>Электронные устройства робототехнических систем.</b> Пассивные элементы электронных цепей. Полупроводниковые резисторы и диоды. Силовые полупроводниковые приборы: биполярные и полевые транзисторы, тиристоры.	2	ПЗ	Т	4	2	ТК	УО

	Влияние температуры на параметры силовых полупроводниковых приборов. Усилители и их характеристики. Обратные связи в усилителях и их влияние на характеристики усилителей. Составные транзисторы в усилителях. Усилители постоянного тока. Операционные усилители и их применение. Оптоэлектронные приборы. Интегральные микросхемы.							
6	<b>Детали роботов и их конструирование.</b> Основные понятия и классификация механизмов, узлов и деталей роботов. Требования к деталям и основные критерии их качества. Основы расчета деталей машин. Стадии разработки роботов. Общие принципы конструирования роботов и модулей робототехнических систем. Материалы для изготовления роботов.	3	Л	В	2	1	ТК	УО
7	<b>Типовая база роботов.</b> Механические передачи. Валы и штоки. Опоры подвижных деталей. Корпусные детали. Соединения. Муфты. Пружины. Уплотнения. Люфтовывирающие механизмы. Тормозные устройства. Методики проектных и проверочных расчетов механических передач роботов.	3	ПЗ	Т	6	3	ТК	УО
8	<b>Микропроцессорная техника в робототехнике.</b> Понятие и сущность микропроцессора и микропроцессорной системы. Организация обмена информацией в микропроцессорных системах. Функционирование процессора. Архитектура микропроцессоров. Применение микропроцессоров в робототехнических системах и роботах.	3	ПЗ	В	6	3	ТК	УО
9	<b>Электронные устройства робототехнических систем.</b> Электронные устройства в структурах робототехнических систем. Усилительно-преобразовательные устройства частотно-управляемых электроприводов. Режимы работы силовых ключей в ШИМ-инверторах электроприводов робототехнических систем.	4	Л	Т	4	2	ТК	УО
10	<b>Обеспечение совместимости при конструировании электронных устройств робототехнических систем.</b> Способы обеспечения работоспособности электронных устройств робототехнических систем в условиях внутренних и внешних электромагнитных полей.	4	Л	Т	4	2	ТК	УО
11	<b>Программное обеспечение робототехнических систем.</b> Общие положения проектирования программного обеспечения для робототехнических систем. Типы и стадии разработки программного обеспечения для роботов и робототехнических систем. Основы программирования на C++. Синтаксис C++. Основы объектно-ориентированного программирования.	4	ПЗ	В	6	3	ТК	УО
12	<b>Мультиагентная система (МА) мобильных роботов.</b> Классификация МА. Программирование модулей движения. Интеллектуальные МА.	4	ПЗ	В	6	3	ТК	УО

	Алгоритмы управления движением робота и МА системами.							
13	<b>Операционные системы систем управления.</b> Выбор операционной системы для робота. Классы задач для разных ОС. Особенности применения датчиков касания на расстоянии. Принципы программирования движения по сложной заданной траектории.	5	Л	Т	4	2	ТК	УО
14	<b>Информационные устройства роботов и робототехнических систем.</b> Место информационных устройств в современных робототехнических системах. Назначение информационных устройств и систем РТК. Состав, основные функции и подсистемы информационной системы.	5	Л	Т	4	2	ТК	УО
15	<b>Обработка измерительной информации с датчиков РТС.</b> Организация системы обработки информации в РТС. Согласование измерительных преобразований между собой. Дискретизация и кодирование сигналов. Микропроцессорная обработка данных. Программное обеспечение информационных систем РТС. Особенности синхронизации информационной системы РТС с системой управления.	6	ПЗ	Т	2	1	ТК	ПО
16	<b>Искусственный интеллект в робототехнических системах.</b> Понятие, сущность и системы искусственного интеллекта. Направления развития искусственного интеллекта: обучение и самообучение, распознавание образов, игры и машинное творчество, программное обеспечение систем ИИ, разработка интеллектуальных информационных систем или систем, основанных на знаниях, экспертные системы, интеллектуальные роботы. Разработка интеллектуальных роботов, как конечная цель современной робототехники. Сходство и отличие искусственного интеллекта и роботов.	6	Л	В	4	2	ТК	УО
17	<b>Моделирование роботов и робототехнических систем.</b> Методы моделирования. Типовые математические модели. Основы построения математических моделей на микроуровне. Системы координат. Задачи кинематики. Механизмы продвижения модельного времени. Функциональные возможности современных автоматизированных систем моделирования. Суть имитационного моделирования.	7	ПЗ	В	2	2	ТК	УО
18	<b>Робототехнические системы для экстремальных сред.</b> Классификация робототехнических систем для экстремальных сред. Элементная база робототехнических систем для экстремальных сред. Методы повышения надежности робототехнических систем.	7	ПЗ	Т	2	1	ТК	УО
19	<b>Устройства навигации робототехнических систем.</b> Классификация устройств навигации. Устройства навигации промышленных и мобильных роботов. Спутниковые системы навигации. Особенности применения инерциальных систем навигации в робототехнических системах. Системы поиска и обнаружения. Математический аппарат	6	Л	В	2	0,5	ТК	УО

	комплектования данных различных устройств навигации. Моделирование устройств навигации робототехнических систем.								
20	<b>Аграрно-промышленная и сельскохозяйственная робототехника.</b> Особенности применения РТС в сельском хозяйстве. Инструменты РТС, применяемые при: сборе урожая, защите от вредителей, борьбе с сорняками. Беспилотные роботы в сельском хозяйстве. Спутниковые системы в АПК. Технологическая и предпродажная подготовка урожая с использованием РТС. Механизация и автоматизация процесса разделки мясных туш, расфасовки и упаковки. Цифровые двойники: понятие, назначение, степень развития. Ограничения, препятствующие расширению спектра применения РТС в АПК. Перспективы развития РТС в АПК.	2	Л	В	2	0,4	ТК	УО	
21	<b>Текущий контроль</b>					0,1	ВыхК		
<b>ИТОГО по разделу 1 Роботы и робототехнические системы</b>					72				
<b>Раздел 2 «Мехатроника»</b>									
1	<b>Основы мехатроники.</b> Предпосылки развития мехатроники. Базовые понятия и определения мехатроники. Структура и состав мехатронной системы. Трехмерная сущность мехатронных систем. Назначение и области применения мехатронных систем.	1	Л	Т	2	2	ТК	УО	
2	<b>Основы механизмов и деталей мехатронных модулей.</b> Узлы и детали мехатронных модулей. Требования к деталям мехатронных модулей. Основы расчета деталей машин. Надежность мехатронных модулей.	1	Л	Т	2	1	ТК	УО	
3	<b>Принципы мехатроники. Методы построения мехатронных устройств.</b> Поколения мехатронных модулей. Структура автоматической машины, созданной на основе традиционного и мехатронного подходов в их проектировании. Сущность мехатронного подхода в проектировании и эксплуатации МС. Потенциально возможные точки интеграции функциональных элементов в мехатронные модули. Методы построения мехатронных устройств.	2	Л	Т	2	1	ТК	УО	
4	<b>Элементы мехатронных модулей.</b> Механические передачи. Валы и штоки. Опоры движения деталей. Корпусные детали. Соединения. Муфты. Пружины. Уплотнения. Тормозные устройства.	2	ПЗ	Т	4	2	ТК	УО	
5	<b>Кинематика манипуляторов.</b> Матрицы поворота. Матрица поворота вокруг произвольной оси. Представление матриц поворота через углы Эйлера. Геометрический смысл матриц поворота. Однородные координаты и матрицы преобразований. Геометрический смысл однородной матрицы преобразования. Однородная матрица композиции преобразований. Звенья, сочленения и их параметры. Представление Денавита — Хартенберга. Прямая и обратная задача кинематики.	3	Л	Т	4	2	ТК	УО	
6	<b>Кинематическая точность мехатронных модулей.</b>	3	ПЗ	Т	4	1,9	ТК	Р	

	Методики проектных и проверочных расчетов механических модулей. Методика расчета размеров сердечников статора и ротора асинхронного двигателя мехатронного модуля. Расчет параметров упорного гидростатического подшипника. Особенности расчета дискового электромагнитного тормозного устройства мехатронного модуля.							
7	<b>Ключевые элементы силовых электронных устройств.</b> Электронные устройства в обобщенных структурах мехатронных систем. Операционные усилители в оптоэлектронных устройствах мехатронных систем.	4	Л	Т	4	1	ТК	УО
8	<b>Полупроводниковые преобразователи постоянного напряжения в импульсное напряжение.</b> Импульсное регулирование скорости ДПТ. Широтно-импульсные преобразователи (ШИП) электроприводов мехатронных систем. Электромагнитные процессы в системе «ШИП - ДПТ». Механические характеристики электропривода мехатронных систем при управлении исполнительного двигателя по схеме «ШИП-ДПТ».	4	ПЗ	Т	4	1	ТК	УО
9	<b>Автономные инверторы напряжения управляемых приводов мехатронных систем.</b> Усилительно - преобразовательные устройства частотно-управляемых электроприводов: автономные инверторы напряжения мехатронных систем. Режимы работы силовых ключей в ШИМ - инверторах частотно управляемых электроприводов мехатронных систем.	5	Л	Т	4	1	ТК	УО
10	<b>Обеспечение электромагнитной совместимости при конструировании электронных устройств мехатронных систем.</b> Обеспечение работоспособности (электромагнитной совместимости) электронных устройств мехатронных систем в условиях внутренних и внешних электромагнитных полей. Тепловые режимы работы силовых полупроводниковых приборов электронных устройств (электронных модулей) в процессе работы мехатронных систем.	5	ПЗ	Т	4	1	ТК	УО
11	<b>Основы проектирования и стадии разработки мехатронных систем и модулей.</b> Моделирование деталей мехатронных модулей. Принципы и особенности конструирования мехатронных модулей. Моделирование мехатронных модулей в САПР.	6	Л	Т	3	1	ТК	УО
12	<b>Программирование мехатронных систем.</b> Разработка программных средств для программирования мехатронных систем. Варианты создания программной модели. Отладка мехатронной системы с МПК с помощью контрольно-проверочной аппаратуры. Программные средства, используемые при проектировании мехатронных систем с МПК.	6	ПЗ	Т	5	1	ТК	ПО
13	<b>Приводы мехатронных устройств.</b> Типы приводов, используемых в мехатронике, их сравнительный анализ. Пневмоприводы, область их применения. Принцип действия поршневых пневмоприводов. Элементы схем управления пневмоприводов. Типовые принципиальные	7	Л	Т	5	1	ТК	УО

	пневматические схемы приводов. Силовой расчёт пневмоцилиндров. Расчёт основных параметров пневмоцилиндров. Торможение и демпфирование движений поршня в пневмоцилиндре. Использование механических и гидравлических демпферов для торможения. Торможение за счёт расхода рабочего тела.							
14	<b>Принципы и системы управления мехатронных устройств.</b> Цикловое, позиционное, контурное управление, структурные схемы систем с таким управлением. Принципы построения систем интеллектуального управления в мехатронике. Иерархия управления в системах. Системы управления исполнительного и тактического уровней.	7	Л	Т	2	2	ТК	УО
15	<b>Динамические характеристики объектов управления мехатронных систем.</b>	8	Л	Т	2	1	ТК	УО
16	<b>Математическое описание мехатронных систем.</b> Основные приемы работы в среде PSM.	8	Л	Т	2	1	ТК	ПО
17	<b>Классификация и модели силовых преобразователей.</b>	9	Л	Т	2	2	ТК	УО
18	<b>Синтез мехатронных систем.</b> Синтез мехатронных систем постоянного тока. Синтез многоконтурной системы постоянного тока. Синтез асинхронных мехатронных систем. Синтез синхронных мехатронных систем.	9	Л	Т	2	1	ТК	УО
19	<b>Компьютерное управление мехатронными системами.</b> Основные понятия в области компьютерного управления мехатронными системами. Аппаратное обеспечение систем компьютерного управления движением. Статические и динамические характеристики цифро-аналоговых преобразований. Компьютерное управление мехатронными системами, как основа управления движением в реальном времени.	10	ПЗ	Т	5	1	ТК	УО
20	<b>Применение мехатронных систем в автоматизированных технологических процессах.</b>	10	Л	Т	2	1	ТК	УО
21	<b>Использование мехатронных систем в специальных и агрессивных средах.</b>	11	ПЗ	Т	4	1	ТК	УО
22	<b>Технологические основы производства мехатронных систем.</b>	11	Л	Т	2	1	ТК	УО
23	<b>Перспективные задачи и направления развития мехатроники.</b>	12	Л	Т	2	2	ТК	УО
24	<b>Текущий контроль</b>					0,1	ТК	
<b>ИТОГО по разделу 2 «Мехатроника»</b>					72	35,9		
<b>Промежуточная аттестация: кандидатский экзамен по модулю «Роботы, мехатроника и робототехнические системы»</b>					36		ВыхК	Э
<b>ИТОГО модуль</b>					168			

**Примечание:**

Условные обозначения:

**Виды аудиторной работы:** Л – лекция, ПЗ – практическое занятие.

**Формы проведения занятий:** Т – лекция/занятие, проводимое в традиционной форме. В – лекция-визуализация, КС – круглый стол.

**Виды контроля:** ВК – входной контроль, ТК – текущий контроль, ВыхК – выходной контроль.

**Форма контроля:** УО – устный опрос, ПО – письменный опрос.

## 5. Образовательные технологии

Организация занятий по модулю «Роботы, мехатроника и робототехнические системы» проводится по видам учебной работы: лекции, практические занятия, текущий контроль.

Программа аспирантуры по научной специальности 2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы предусматривает использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой для формирования и развития навыков проведения научного исследования, умения аспирантом самостоятельно ставить и решать исследовательские задачи.

Лекционные занятия проводятся в поточной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде презентации. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с представлением результатов в письменной форме (контролируется).

Целью практических занятий является решение комплексных задач в области машиностроения, технического зрения, взаимодействия человека и робота, машинного обучения, мобильной робототехники и планирования траектории, промышленной робототехники, датчиков и манипуляторов, программирования на C++, моделирования, социальной робототехники, автономных робототехнических систем, прикладных технологий разработки, проектирования и эксплуатации информационных систем.

Для достижения этих целей используются как традиционные формы работы – решение ситуационных задач и т.п., также интерактивные методы – круглый стол. – выполнение индивидуальных заданий по теме собственного исследования аспиранта (рефератов, презентаций научных докладов, научных статей), так и интерактивные методы – групповой и индивидуальный метод анализа конкретной ситуации и предложенных материалов.

Реферат выступает средством демонстрации знаний аспирантов по конкретной предмету, теме или проблеме и отражает практические навыки анализа научной и научно-методической литературы.

Научная статья способствует формированию навыка письменного представления информации по результатам собственного научного исследования.

Решение ситуационных задач способствует развитию навыков самоорганизации деятельности, формированию умения объяснять явления действительности, повышению уровня профессиональной грамотности, формированию ключевых компетенций, ориентации в ключевых проблемах отрасли исследования.

Круглый стол – одна из организационных форм познавательной деятельности учащихся, позволяющая закрепить полученные ранее знания, восполнить недостающую информацию, сформировать умения решать проблемы, научить культуре ведения дискуссии. Характерной чертой «круглого стола» является сочетание тематической дискуссии с групповой консультацией.

Самостоятельная работа охватывает проработку обучающимися отдельных вопросов теоретического курса, выполнение домашних работ, включающих решение задач, анализ конкретных ситуаций и подготовку их презентаций, и т.п.

Самостоятельная работа осуществляется в индивидуальном и групповом формате. Самостоятельная работа выполняется обучающимися на основе учебно-методических материалов модуля (приложение 2). Самостоятельно изучаемые вопросы курса включаются в экзаменационные вопросы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение модуля**

### **а) основная литература**

1. Борисенко, Л. А. Теория механизмов, машин и манипуляторов: учеб. пособие / Л.А. Борисенко. — Минск: Новое знание; М.: ИНФРАМ, 2018. — 285 с.
2. Гайсина, С.В. Робототехника, 3D-моделирование, прототипирование: реализация современных направлений в дополнительном образовании: метод. рекомендации для педагогов / С.В. Гайсина, И.В. Князева, Е.Ю. Огановская. — Санкт-Петербург: КАРО, 2017. — 208 с.
3. Иванов, А. А. Основы робототехники: учебное пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. — Москва: ИНФРА-М, 2022. — 223 с.
4. Основы робототехники: учебное пособие. — Новосибирск: Агентство «Сибпринт», 2019. — 160 с.
5. Титенок, А. В. Основы робототехники: учебное пособие / А. В. Титенок. — Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. — 236 с.

### **б) дополнительная литература**

1. Аналитические исследования характеристик информационной составляющей автоматизированных систем управления и контроля: учебно-методическое пособие / К. О. Волков, А. П. Мартынов, М. В. Марунин, Д. Б. Николаев. — Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2017. — 197 с.
2. Безруков, А. И. Математическое и имитационное моделирование: учебное пособие / А. И. Безруков, О. Н. Алексенцева. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 227 с.
3. Булгаков, А. Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление: монография / А. Г. Булгаков, В. А. Воробьев. — Москва: СОЛОН-Пресс, 2020. — 484 с.
4. Бурьков, Д. В. Математическое и имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем: учебное пособие / Д. В. Бурьков, Ю. П. Волощенко; Южный федеральный университет. — Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2020. — 159 с.
5. Веретехина, С. В. Модели, методы, алгоритмы и программные решения вычислительных машин, комплексов и систем: учебник / С.В. Веретехина, В.Л. Симонов, О.Л. Мнацаканян. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 306 с.
6. Гвоздева, В. А. Интеллектуальные технологии в беспилотных системах: учебник / В.А. Гвоздева. — Москва: ИНФРА-М, 2022. — 176 с.
7. Гончаров, А. А. Устройства программного управления в автоматизированном производстве: учебное пособие / А. А. Гончаров, Н. В. Сурба, Е. Н. Велюжинец. — Минск: РИПО, 2017. — 271 с.
8. Иванов, В. В. Математическое моделирование : учебное пособие / В. В. Иванов, О. В. Кузьмина. — 2-е изд. испр. и доп. — Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2021. — 116 с.

9. Иванов, В. К. Моделирование мехатронных систем: учебное пособие / В. К. Иванов, В. Е. Макаров, К. Н. Никоноров; под общ. ред. В. К. Иванова. – Йошкар–Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2021. – 122 с.
10. Иванов, В. К. Управление движением мехатронных систем: учебное пособие / В. К. Иванов. – Йошкар–Ола: ПГТУ, 2020. – 118 с.
11. Киселев, М. М. Робототехника в примерах и задачах: курс программирования механизмов и роботов: учебное пособие / М. М. Киселев. – 2-е изд., испр. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2019. – 136 с.
12. Момот, М. В. Мобильные роботы на базе Arduino: практическое руководство / М. В. Момот. – Санкт–Петербург: БХВ–Петербург, 2017. – 288 с.
13. Овчеренко, В. А. Периферийные устройства информационных систем. Физические принципы организации и интерфейсы ввода–вывода: учебное пособие / В. А. Овчеренко, В. Г. Токарев. – Новосибирск: Изд–во НГТУ, 2018. – 75 с.
14. Операционные системы: учебное пособие / О.М. Зверева; Мин-во науки и высш. образ. РФ. — Екатеринбург: Изд-во урал. ун-та, 2020.— 220 с.
15. Партыка Т.Л. Операционные системы, среды и оболочки: учебное пособие / Т.Л. Партыка, И.И. Попов — 5/е изд., перераб. и доп. — М. – ФОРУМ – ИНФРА-М, 2017. — 582 с.
16. Программирование промышленных контроллеров: учеб.-метод. пособие / К.Е. Нестеров, А.М. Зюзев. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019.— 96 с
17. Сельское хозяйство и роботы: [сайт] / А. Бойко; RoboTrends. — URL: <http://robotrends.ru/roboedia/selskoe-hozyaustvo-i-roboty> — Текст: электронный.
18. Смелягин, А. И. Структура машин, механизмов и конструкций: учебное пособие / А.И. Смелягин. — Москва: ИНФРА–М, 2023. — 387 с.
19. Филиппов, С. А. Уроки робототехники: Конструкция. Движение. Управление: учебное пособие / С. А. Филиппов; сост. А. Я. Щелкунова. – 4–е изд. – Москва: Лаборатория знаний, 2022. – 193 с.
20. Чикуров, Н. Г. Моделирование систем и процессов: учебное пособие / Н.Г. Чикуров. — Москва: РИОР: ИНФРА–М, 2022. — 398 с.
21. Юревич, Е. И. Основы робототехники: учебное пособие / Е. И. Юревич. – 4–е изд., перераб. и доп. – Санкт–Петербург: БХВ–Петербург, 2017. – 304 с.

в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Электронный каталог Вавиловского — <http://library.sgau.ru/>;
- Электронно-библиотечная система издательства «Лань» — <http://e.lanbook.com>;
- Электронно-библиотечная система Znanium.com — <http://znanium.com/>;
- Электронно-библиотечная система IPRbooks — <http://www.iprbookshop.ru/>;
- Образовательная робототехника в России для начинающих — <https://edu.robogeek.ru/>;
- Российская ассоциация образовательной робототехники — <http://raor.ru/>;
- Мой робот — <https://myrobot.ru/>;
- Национальный цифровой ресурс РУКОНТ — <https://rucont.ru/>;

- Библиотека с книгами по робототехнике – <http://roboticslib.ru/books/>;
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru/defaultx.asp>;
- Роботы, робототехника, микроконтроллеры – <https://myrobot.ru/>;
- Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки. – <http://diss.rsl.ru/>;
- Российская ассоциация искусственного интеллекта – <http://www.raai.org/>;
- Интеллектуальные мобильные роботы – <http://imobot.ru/>;
- Практическая робототехника – <https://www.roboclub.ru/>;
- Открытый технический форум по робототехнике – <http://roboforum.ru/>.

г) периодические издания

Журнал «CHIP». Источник: <https://ichip.ru/>;

Журнал «ROBOTICS AND AUTONOMOUS SYSTEMS». Источник: <https://www.sciencedirect.com/journal/robotics-and-autonomous-systems>;

Журнал «Робототехника и техническая кибернетика». Источник: <https://rusrobotics.ru/>.

д) базы данных и поисковые системы

<https://www.yandex.ru/>

<https://www.google.ru/>

<https://scholar.google.ru/>

е) информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса:

- информационно-справочные системы: не предусмотрено программой
- программное обеспечение:

№ п/п	Наименование раздела учебного модуля	Наименование программы	Тип программы (расчетная, обучающая, контролирующая)
1	2	3	4
1.	Все темы модуля	Microsoft Office (Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint, Microsoft Word)	вспомогательная
2	Все темы модуля	Компас 3D, MatLab, , SolidWorks,	расчетная
3	Все разделы	Gazebo	обучающая
4	Программирование роботов, мехатронных и робототехнических систем.	Visual studio code	Обучающая

## 7. Материально-техническое обеспечение модуля

Для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации необходимы аудитории с меловыми или маркерными досками, достаточным

количеством посадочных мест и освещенностью. Для использования медиаресурсов необходимы проектор, экран, компьютер или ноутбук, по возможности – частичное затемнение дневного света.

Для проведения лекционных занятий, практических занятий и контроля самостоятельной работы по модулю имеются аудитории № 520, 522 УК2.

Помещения для самостоятельной работы аспирантов (читальный зал библиотеки № 113 УК 2) оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

## **8. Оценочные материалы**

Оценочные материалы, сформированные для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов по модулю «Роботы, мехатроника и робототехника» разработаны на основании следующих документов:

– Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ (с изменениями и дополнениями от 30.12.2021);

– Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» от 23.08.1996 N 127-ФЗ (от 02.07.2021 № 351-ФЗ);

– Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденные Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России) от 20 октября 2021 г. № 951;

– Положение о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 30 ноября 2021 г. № 2122.

Оценочные средства к рабочей программе модуля включают в себя:

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности;

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

## **9. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы представлен в приложении 2 к рабочей программе по модулю «Роботы, мехатроника и робототехника».

## **10. Методические указания для аспирантов по изучению модуля «Роботы, мехатроника и робототехника»**

Методические указания по изучению модуля «Роботы, мехатроника и робототехника» включают в себя:

1. Краткий курс лекций.
2. Методические указания для практических занятий.

*Рассмотрено и утверждено на заседании  
кафедры «Цифровое управление процессами в  
АПК» «16» 2026 года (протокол № 1)*