

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института



« _____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Управление роботами и робототехническими системами

Направление подготовки:

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Направленность образовательной программы:

Технологическая мехатроника и робототехника

Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт: Технологического оборудования и машиностроения

Кафедра: Технологии машиностроения

Белгород 2026

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом Министерства и образования науки РФ 17 августа 2020 г. № 1046
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2024 году.

Составитель (составители): ст. преподаватель Чер (В.В. Чераксов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«22» мая 2026 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: д-р. техн. наук, проф. Дуюн (Т.А. Дуюн)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 23 » мая 20__ г., протокол № 9

Председатель Кирил (И.В. Кирилов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-6. Способен разрабатывать, настраивать и внедрять алгоритмы и программное обеспечение управления роботами и робототехническими системами	ПК-6.1. Понимает архитектуру и принципы функционирования робототехнических систем ПК-6.2. Разрабатывает и реализовывает алгоритмы и программное обеспечение управления роботами ПК-6.3. Обеспечивает безопасность и эффективность работы робототехнических систем	Знать: архитектуру и принципы функционирования робототехнических систем, методы разработки и программной реализации алгоритмов управления, принципы настройки регуляторов, основные требования к эффективности и безопасности работы робототехнических систем. Уметь: разрабатывать, реализовывать и отлаживать алгоритмы и программное обеспечение управления роботами, настраивать регуляторы, моделировать движение и оценивать качество, эффективность и отдельные аспекты безопасности работы системы управления. Владеть: навыками разработки алгоритмов и программного обеспечения управления роботами, настройки и исследования контуров управления, моделирования, верификации и оценки эффективности и безопасности работы робототехнических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-6. Способен разрабатывать, настраивать и внедрять алгоритмы и программное обеспечение управления роботами и робототехническими системами

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
--------	-------------------------

1	Роботы и робототехнические комплексы
2	Технология роботизированного производства
3	Производственная преддипломная практика
4	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Форма промежуточной аттестации экзамен
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	73	73
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	-	
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	107	107
Курсовой проект	-	
Курсовая работа	-	
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Общие принципы построения систем управления роботами и робототехническими системами					
	Назначение и место систем управления в составе робототехнических систем и комплексов. Классификация систем управления роботами. Архитектура и уровни управления. Функциональные и структурные схемы систем управления. Управляющая, исполнительная, сенсорная и информационная подсистемы. Сигналы задания, обратные связи и возмущения.	4			6
2. Дискретное цикловое и позиционное управление роботами					
	Принципы дискретного циклового управления. Алгоритмы последовательного выполнения операций. Позиционное программное управление. Формирование последовательности перемещений. Точность и повторяемость позиционирования. Влияние ограничений по скорости и ускорению на выполнение позиционных команд.	6		12	9
3. Основы автоматического регулирования в системах управления роботами					
	Устойчивость, точность, быстродействие и качество переходного процесса. Роль обратной связи в замкнутой системе. Типовые законы регулирования. П-, ПИ-, ПД- и ПИД-регуляторы. Влияние параметров регулятора на динамику исполнительного привода и качество управления роботом.	6		4	9
4. Планирование движения и контурное управление роботами					
	Планирование траектории движения рабочего органа. Линейная и криволинейная интерполяция. Непрерывное контурное управление. Контурные положения, скорости и усилия. Совместное управление несколькими степенями свободы. Многоканальные системы управления и взаимное влияние каналов.	6		10	10
5. Адаптивные и интеллектуальные методы управления робототехническими системами					
	Адаптивное управление при изменении параметров объекта и внешних воздействий. Самонастраивающиеся системы. Нечеткие регуляторы. Нейросетевые элементы управления. Интеллектуальные методы настройки и коррекции	6		4	9

	параметров системы. Возможности применения методов машинного обучения в управлении роботами.				
6.	Удаленное, супервизорное и распределенное управление роботами				
	Системы управления роботом человеком-оператором. Телеуправление и супервизорное управление. Распределение функций между человеком и автоматикой. Обмен сообщениями между модулями робототехнической системы. Особенности распределенных архитектур управления и координации модулей.	4		4	6
7.	Надежность, безопасность и современные тенденции развития систем управления роботами				
	Диагностика и контроль состояния системы управления. Безопасная эксплуатация робототехнических систем. Современные направления развития: коллаборативные системы, визуальная обратная связь, ROS-архитектуры, интеллектуальные регуляторы, адаптивные и распределенные системы управления.	2			4
	ВСЕГО	34		34	53

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
Семестр №6				
1	Дискретное цикловое и позиционное управление роботами	Разработка алгоритма дискретного циклового управления манипулятором	4	2
2		Синтез алгоритма дискретного позиционного управления манипулятором	4	2
3		Исследование точности позиционирования и повторяемости манипулятора	4	2
4	Основы автоматического регулирования в системах управления роботами	Исследование и настройка ПИД-регулятора. Оценка влияния коэффициентов.	4	3
5	Планирование движения и контурное управление роботами	Планирование и моделирование траектории движения рабочего органа робота. Верификация и отладка управляющей программы.	6	2
6		Исследование системы управления по положению и усилию.	4	2

7	Адаптивные и интеллектуальные методы управления робототехническими системами	Разработка и анализ нечеткого регулятора.	4	2
8	Удаленное, супервизорное и распределенное управление роботами	Реализация удаленного (супервизорного) управления роботом.	4	2
	ВСЕГО		34	17

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания.

Расчетно-графическое задание (РГЗ) выполняется в соответствии с учебным планом на 3 курсе, в 6 семестре. Объем самостоятельной работы студента – 18 часов.

Темой РГЗ является «Синтез и исследование системы управления роботом»

РГЗ выполняется в индивидуальном порядке и направлено на закрепление навыков синтеза замкнутых систем управления, исследования качества регулирования, применения контурных, адаптивных и интеллектуальных методов управления, анализа устойчивости, точности и быстродействия робототехнических систем.

Содержание РГЗ

В РГЗ разрабатывается и оформляется расчетно-пояснительная записка объемом 15–25 страниц с представлением структурной схемы системы управления, математической модели объекта и управляющего устройства, результатов моделирования, графиков переходных процессов и анализа качества управления.

Содержание и оформление расчетно-пояснительной записки (РПЗ).

РПЗ оформляется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к учебным текстовым документам, и содержит:

1. Титульный лист
2. Задание на РГЗ
3. Содержание
4. Введение
5. Постановка задачи управления
6. Анализ объекта управления и условий функционирования
7. Обоснование выбора метода управления
8. Разработка структурной схемы системы управления
9. Описание математической модели объекта и управляющего устройства

10. Разработка алгоритма управления
11. Описание программной реализации
12. Результаты моделирования или вычислительного эксперимента
13. Оценка устойчивости, точности, быстродействия и качества управления
14. Сравнительный анализ результатов
15. Заключение
16. Список использованных источников
17. Приложения

Индивидуальные варианты РГЗ могут отличаться:

- типом объекта управления;
- параметрами математической модели;
- числом каналов управления;
- выбранным законом управления;
- параметрами внешних возмущений;
- требованиями к точности и быстродействию;
- наличием обратной связи по положению, усилию или визуальной информации;
- типом сенсорной подсистемы;
- используемой программной средой.

Примерные варианты исходных данных:

- выходное звено манипулятора;
- коллаборативный робот-манипулятор;
- многоканальный робототехнический объект;
- мобильный робот;
- робототехнический объект с визуальной обратной связью;
- объект с адаптивной системой управления;
- объект с нечетким регулятором;
- объект с нейросетевым элементом управления;
- распределенная робототехническая система;
- робот с параллельной кинематикой.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-6. Способен разрабатывать, настраивать и внедрять алгоритмы и программное обеспечение управления роботами и робототехническими системами

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-6.1. Понимает архитектуру и принципы функционирования робототехнических систем	Экзамен, защита лабораторной работы, устный опрос, защита РГЗ

ПК-6.2. Разрабатывает и реализовывает алгоритмы и программное обеспечение управления роботами ПК-6.3. Обеспечивает безопасность и эффективность работы робототехнических систем	
--	--

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Не предусмотрены учебным планом

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общие принципы построения систем управления роботами и робототехническими системами	1. Что понимается под системой управления роботом и робототехнической системой? 2. Какие основные функции выполняет система управления роботом? 3. Какие подсистемы входят в состав системы управления роботом? 4. Чем отличаются функциональная и структурная схемы системы управления? 5. Какие сигналы используются в системе управления роботами? 6. Что такое управляющее воздействие, обратная связь и возмущающее воздействие? 7. Какие уровни управления выделяют в робототехнических системах? 8. Какие существуют классификации систем управления роботами? 9. В чем различие между централизованной и распределенной архитектурой управления? 10. Какова роль датчиков и исполнительных механизмов в системе управления роботом?
2	Дискретное цикловое и позиционное управление роботами	1. В чем заключается сущность дискретного циклового управления роботом? 2. Какие задачи решаются с помощью циклового управления? 3. Что такое цикл работы робота и какие этапы он включает? 4. Что понимается под алгоритмом дискретного управления? 5. В чем особенности позиционного управления роботом? 6. Как задаются целевые положения в позиционной системе управления? 7. Что влияет на точность и повторяемость позиционирования? 8. В чем различие между цикловым и позиционным

		управлением? 9. Как формируются условия перехода между состояниями в дискретной системе управления? 10. Какие ошибки могут возникать при позиционном управлении роботом? В чем состоят особенности аппаратно-программной интеграции системы технического зрения с робототехническим комплексом?
3	Основы автоматического регулирования в системах управления роботами	1. Что понимается под замкнутой системой автоматического регулирования? 2. Какова роль отрицательной обратной связи в системе управления? 3. Что такое устойчивость системы управления? 4. Какие показатели характеризуют качество переходного процесса? 5. Что понимается под статической и динамической ошибкой? 6. В чем различие между пропорциональным, интегральным и дифференциальным законами регулирования? 7. Каковы особенности П-, ПИ-, ПД- и ПИД-регуляторов? 8. Как коэффициенты ПИД-регулятора влияют на быстродействие и устойчивость системы? 9. Что такое перерегулирование и время регулирования? 10. Какие факторы влияют на качество регулирования в приводах роботов?
4	Планирование движения и контурное управление роботами	1. Что понимается под планированием движения робота? 2. Какие виды траекторий используются в системах управления роботами? 3. В чем различие между движением в пространстве обобщенных координат и в рабочем пространстве? 4. Что такое линейная и криволинейная интерполяция траектории? 5. Какие ограничения учитываются при планировании траектории движения? 6. В чем заключается сущность контурного управления роботом? 7. Какие контуры управления могут использоваться в робототехнической системе? 8. Что понимается под многоканальной системой управления? 9. Как взаимное влияние каналов отражается на работе системы управления? 10. Какие требования предъявляются к траектории движения рабочего органа при выполнении технологических операций?
5	Адаптивные и интеллектуальные методы управления робототехническими системами	1. В чем заключается сущность адаптивного управления? 2. В каких случаях возникает необходимость применения адаптивных систем управления? 3. Что такое самонастраивающаяся система управления? 4. Какие преимущества дает адаптивное управление по сравнению с системой с фиксированными параметрами? 5. Что такое нечеткий регулятор и в чем его особенности? 6. Что понимается под лингвистическими переменными и базой правил в нечеткой системе?

		7. Как могут применяться нейросетевые алгоритмы в задачах управления роботами? 8. Что понимается под интеллектуальным элементом управления? 9. Каковы преимущества и ограничения нейросетевых методов управления? 10. В чем состоят особенности применения методов машинного обучения в робототехнических системах?
6	Удаленное, супервизорное и распределенное управление роботами	1. Что понимается под удаленным управлением роботом? 2. В чем отличие удаленного управления от супервизорного? 3. Какие функции выполняет оператор в системе супервизорного управления? 4. Как задержки в канале связи влияют на качество управления? 5. Что понимается под распределенной системой управления? 6. Какие преимущества имеют распределенные архитектуры управления роботами? 7. Как организуется обмен сообщениями между модулями робототехнической системы? 8. Какова роль программных платформ типа ROS в распределенном управлении? 9. Какие особенности имеет управление мобильным роботом в удаленном режиме? 10. Какие риски и ограничения существуют при реализации удаленного и распределенного управления?
7	Надежность, безопасность и современные тенденции развития систем управления роботами	1. Что понимается под надежностью системы управления роботом? 2. Какие отказы могут возникать в системе управления робототехнической системы? 3. Каковы основные задачи диагностики системы управления? 4. Какие меры обеспечивают безопасную эксплуатацию робототехнических систем? 5. Что такое безопасная остановка робота? 6. Какова роль сенсорных систем в обеспечении безопасности? 7. Какие особенности имеют системы управления коллаборативными роботами? 8. Что такое визуальная обратная связь и как она используется в современных системах управления? 9. Как распределенные вычисления и ROS влияют на развитие систем управления роботами? 10. Какие современные тенденции развития систем управления роботами можно выделить?

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

5.3. Типовые контрольные задания (материалы)

для текущего контроля в семестре

Не предусмотрены учебным планом

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знать архитектуру и принципы функционирования робототехнических систем, методы разработки и программной реализации алгоритмов управления, принципы настройки регуляторов, основные требования к эффективности и безопасности работы робототехнических систем.
Умения	Уметь разрабатывать, реализовывать и отлаживать алгоритмы и программное обеспечение управления роботами, настраивать регуляторы, моделировать движение и оценивать качество, эффективность и отдельные аспекты безопасности работы системы управления.
Навыки	Владеть навыками разработки алгоритмов и программного обеспечения управления роботами, настройки и исследования контуров управления, моделирования, верификации и оценки эффективности и безопасности работы робототехнических систем.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю *Знания*.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Знание терминов, определений, понятий	Свободно и корректно оперирует терминологией в области робототехнических систем и систем управления, точно раскрывает определения и понятия, не допускает ошибок.	В целом правильно использует основные термины, определения и понятия, допускает отдельные неточности, не искажающие смысл.	Знает только основные термины и понятия, допускает неточности и отдельные ошибки в формулировках, испытывает затруднения при их объяснении.	Не владеет основной терминологией, не может корректно раскрыть ключевые понятия и определения, допускает существенные ошибки.
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Полностью знает и правильно объясняет архитектуру и принципы функционирования робототехнических	В целом знает основные закономерности, соотношения и принципы, правильно объясняет их	Имеет общее представление об основных принципах и закономерностях, но объясняет их неполно,	Не знает основных закономерностей, соотношений и принципов, не может объяснить принципы функционирования и настройки систем

	систем, методы разработки алгоритмов управления, принципы настройки регуляторов, требования к эффективности и безопасности.	содержание, но допускает отдельные неточности или неполноту.	поверхностно, с ошибками или без достаточного обоснования.	управления.
Объем освоенного материала	Освоил материал в полном объеме, уверенно ориентируется во всех разделах, предусмотренных дисциплиной.	Освоил основной объем материала, ориентируется в большинстве разделов дисциплины, допускает пробелы во второстепенных вопросах.	Освоил только базовую часть материала, знания фрагментарны, имеются существенные пробелы по отдельным разделам.	Не освоил значительную часть материала, знания носят разрозненный и несистемный характер.
Полнота ответов на вопросы	Дает полные, развернутые, логически последовательные ответы, сопровождает их необходимыми пояснениями и примерами.	Дает в основном полные ответы, но отдельные положения раскрывает недостаточно подробно или без дополнительных пояснений.	Дает неполные ответы, раскрывает только часть вопроса, испытывает затруднения при уточняющих вопросах.	Не может дать ответ по существу вопроса либо ответы носят ошибочный и бессистемный характер.
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает материал грамотно, последовательно и четко, правильно интерпретирует изученные положения применительно к робототехническим системам.	Излагает материал достаточно последовательно, в целом правильно интерпретирует знания, но допускает отдельные неточности в изложении.	Изложение недостаточно четкое и последовательное, интерпретация знаний упрощенная, местами ошибочная.	Изложение бессистемное, непоследовательное, отсутствует правильная интерпретация изученного материала.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Не удовлетворительно
Разработка и реализация алгоритмов и программного обеспечения управления роботами	Уверенно разрабатывает, реализует и отлаживает алгоритмы и программное обеспечение управления роботами, обоснованно выбирает структуру	В целом правильно разрабатывает и реализует алгоритмы и программное обеспечение управления, допускает отдельные неточности, которые не приводят	Выполняет разработку и реализацию алгоритмов только с помощью преподавателя или по образцу, допускает ошибки в логике работы и отладке программы.	Не умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы и программное обеспечение управления роботами, допускает грубые ошибки, не может выполнить отладку.

	решения, не допускает существенных ошибок.	существенному нарушению работоспособности.		
Настройка регуляторов и моделирование движения робототехнической системы	Правильно выбирает параметры регуляторов, выполняет их настройку, корректно моделирует движение робота или исполнительного звена, обоснованно интерпретирует результаты моделирования.	В целом правильно выполняет настройку регуляторов и моделирование движения, но допускает отдельные неточности в выборе параметров или анализе результатов.	Выполняет настройку регуляторов и моделирование с затруднениями, допускает ошибки в выборе параметров и интерпретации результатов.	Не умеет настраивать регуляторы и выполнять моделирование движения, не может получить или объяснить корректные результаты.
Оценка качества, эффективности и отдельных аспектов безопасности работы системы управления	Уверенно оценивает точность, устойчивость, быстродействие, эффективность работы системы управления и учитывает основные аспекты безопасного функционирования.	В целом правильно оценивает основные показатели качества и эффективности, учитывает отдельные аспекты безопасности, но допускает несущественные неточности.	Оценивает только часть показателей качества и эффективности, делает это неполно, с ошибками, аспекты безопасности учитывает поверхностно.	Не умеет оценивать качество, эффективность и аспекты безопасности работы системы управления, не может сделать обоснованные выводы.

Оценка сформированности компетенций по показателю *Навыки*

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Не удовлетворительно
Владение навыками разработки алгоритмов и программного обеспечения управления роботами	Уверенно владеет навыками разработки, программной реализации и отладки алгоритмов управления роботами, самостоятельно применяет их при решении учебных и практических задач.	В целом владеет навыками разработки и программной реализации алгоритмов управления, допускает отдельные неточности при отладке и выборе способа реализации.	Владеет навыками разработки алгоритмов и программного обеспечения на базовом уровне, выполняет работу с затруднениями, допускает ошибки и нуждается в помощи при отладке.	Не владеет навыками разработки алгоритмов и программного обеспечения управления роботами, не может самостоятельно выполнить поставленную задачу.
Владение навыками настройки и исследования контуров управления, моделирования и верификации	Уверенно владеет навыками настройки регуляторов, исследования контуров управления,	В целом владеет навыками настройки, исследования и моделирования, но допускает отдельные	Владеет указанными навыками на минимально допустимом уровне, выполняет моделирование и	Не владеет навыками настройки и исследования контуров управления, моделирования и верификации, не

	моделирования движения и верификации работы системы, грамотно анализирует полученные результаты.	неточности при выполнении расчетов, интерпретации результатов или верификации.	настройку с ошибками, испытывает затруднения при анализе результатов.	может получить и объяснить корректные результаты.
Владение навыками оценки эффективности и безопасности работы робототехнических систем	Уверенно владеет навыками оценки качества, эффективности и основных аспектов безопасности работы робототехнических систем, делает обоснованные выводы и предлагает рациональные решения.	В целом владеет навыками оценки эффективности и безопасности, но допускает отдельные неточности в выводах или неполно учитывает часть факторов.	Владеет навыками оценки эффективности и безопасности на базовом уровне, учитывает только основные показатели, выводы делает неполно или с ошибками.	Не владеет навыками оценки эффективности и безопасности работы робототехнических систем, не может сделать обоснованные выводы.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория УК4, №305.	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук.
2	Специализированная лаборатория САПР для проведения практических занятий, выполнения РГЗ. УК№4, №313.	Специализированная мебель, персональные компьютеры, проектор.
3	Специализированная лаборатория НИИ РТиСУ, ЦВТ 106	RGB-D камера Intel RealSense D415, комплект модулей технического зрения Robotiq, робот-манипулятор UR3 Universal Robots или AUBO i5, набор тестовых объектов и средства подключения оборудования.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Windows 10 Pro	Подписка Microsoft Imagine Premium id: 6f22ecb4-6882-420b-a39b-afba0ace820c. Срок действия до 01.05.2019.
2	Microsoft Office 2016	Соглашение №V6328633. Срок действия до 31.10.2020

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Архипов, М. В., Вартанов, М. В., Мищенко, Р. С. Промышленные роботы: управление манипуляционными роботами: учебное пособие для вузов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Юрайт, 2021. — 170 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа «Юрайт».
2. Вильбергер, М. Е., Сингизин, И. И., Попов, Н. С., Сидоров, Г. С. Методы и средства управления промышленными роботами: учебное пособие. — Новосибирск: НГТУ, 2022. — 120 с. — Текст: электронный // ЭБС «Лань».
3. Иванов, В. К., Макаров, В. Е., Никоноров, К. Н. Моделирование мехатронных систем: учебное пособие. — Йошкар-Ола: ПГТУ, 2021. — 122 с. — Текст: электронный // ЭБС «Лань».
4. Иванов, В. К. Управление движением мехатронных систем: учебное пособие. — Йошкар-Ола: ПГТУ, 2020. — 118 с. — Текст: электронный // ЭБС «Лань».
5. Бурьков, Д. В., Волощенко, Ю. П. Математическое и имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем: учебное пособие. — Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2020. — 159 с. — Текст: электронный // ЭБС «Лань».
6. Борисов, М. М., Колюбин, А. А. Имитационное моделирование мехатронных систем: учебно-методическое пособие. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2020. — 103 с. — Текст: электронный // ЭБС «Лань».
7. Подураев, Ю. В. Мехатроника: основы, методы, применение: учебное пособие. — Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 256 с. — Текст: электронный // IPR SMART.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. MathWorks Robotics System Toolbox Documentation - <https://www.mathworks.com/help/robotics/>
2. Universal Robots Manuals - <https://www.universal-robots.com/manuals/>
3. Intel RealSense Documentation - <https://dev.realsenseai.com/docs>
4. Robotiq Support and Documentation - <https://robotiq.com/support>
5. PyTorch Documentation - <https://docs.pytorch.org/docs/stable/index.html>
6. SolidWorks Help - <https://help.solidworks.com/>
7. Arduino Documentation - <https://docs.arduino.cc/>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2026/2027 учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № 12 заседания кафедры от « 22 » мая 2026 г.

Заведующий кафедрой



подпись, ФИО

Ахсан Г.А

Директор института



подпись, ФИО

С.С.Родышев