

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Проектирование робототехнических систем

Направление подготовки: 27.04.05 - Инноватика

Профиль подготовки: Инновационные технологии управления робототехническими системами

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): Ильясов Т.Ш.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-6	Разработка структуры АСУП
ПК-7	Разработка организационного обеспечения АСУП

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

ПК-6 Структурные, алгоритмические, технологические и программные решения АСУП используемые при проектировании робототехнических систем

ПК-7 Методы и механизмы организационного обеспечения АСУП на всех этапах создания проекта робототехнической системы

Должен уметь:

ПК-6 Применять проектные подходы, модели и методы при проектировании робототехнических систем с учетом структуры АСУП

ПК-7 Ставить задачи и решать проблемы организационного обеспечения АСУП на всех этапах создания проекта робототехнической системы

Должен владеть:

ПК-6 Методикой корректного применения методов проектирования с учетом структуры АСУП для решения профессиональных задач в области моделирования и создания робототехнических систем

ПК-7 Навыками проектирования робототехнических систем с учетом требований организационного обеспечения АСУП

Должен демонстрировать способность и готовность:

Использовать принципы и методы проектирования робототехнических систем в своей профессиональной деятельности

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 27.04.05 "Инноватика (Инновационные технологии управления робототехническими системами)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)							Само-стое-тель-ная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме		
1.	Тема 1. Общие сведения о проектировании роботов и робототехнических систем. Структурная и кинематическая классификация манипуляционных устройств робототехнических систем.	3	3	0	3	0	0	0	12	
2.	Тема 2. Робототехнические комплексы	3	4	0	4	0	0	0	16	
3.	Тема 3. Общие требования к робототехническим комплексам и его компонентам	3	3	0	3	0	0	0	12	
4.	Тема 4. Моделирование робототехнических комплексов	3	4	0	4	0	0	0	16	
5.	Тема 5. Этапы проектирования робототехнической системы	3	4	0	4	0	0	0	16	
	Итого		18	0	18	0	0	0	72	

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Общие сведения о проектировании роботов и робототехнических систем. Структурная и кинематическая классификация манипуляционных устройств робототехнических систем.

Области применения роботов. Классификация промышленных роботов. Технические характеристики промышленных роботов. Общие сведения о проектировании роботов. Принципы проектирования роботов. Системы автоматизированного проектирования. Моделирование и анализ роботов.

Структурная и кинематическая классификация манипуляционных устройств робототехнических систем. Основные понятия структуры и кинематики манипуляторов. Понятие о структуре манипуляционных систем. Классификация кинематических пар манипуляционных механизмов. Классификация переносных степеней подвижности манипулятора с последовательной кинематикой. Классификация переносных степеней подвижности по системам координат. Классификация ориентирующих степеней подвижности.

Тема 2. Робототехнические комплексы

Назначение, состав и классификация робототехнических комплексов. Назначение робототехнических комплексов. Состав и классификация робототехнических комплексов.

Компоновка робототехнического комплекса и возможные траектории схваты манипулятора. Компоновочные схемы робототехнического комплекса. Анализ местных (частных) траекторий схваты манипуляторов. Использование нескольких роботов в одном робототехническом комплексе. Межстаночные траектории схватов. Особенности использования нескольких роботов в одном робототехническом комплексе. Межстанционные траектории как функции числа схватов и организации производственной сцены.

Тема 3. Общие требования к робототехническим комплексам и его компонентам

Общие требования к робототехническим комплексам. Общие характеристики и особенности робототехнического комплекса механообработки. Применение роботизированных технологических комплексов в механообрабатывающем производстве. Требования к технологическим процессам, реализуемым в робототехническом комплексе. Требования к деталям, обрабатываемым в робототехническом комплексе. Требования к технологическому оборудованию, используемому в робототехническом комплексе. Требования к промышленным роботам, включаемым в состав робототехнического комплекса. Требования к вспомогательному и транспортно-накопительному оборудованию, включаемому в робототехнический комплекс.

Тема 4. Моделирование робототехнических комплексов

Моделирование траекторий схваты манипулятора робота в составе робототехнических систем на основе сплайн-функций. Общие требования к траекториям движения схваты манипуляторов в составе робототехнических систем. Представление траектории движения схваты одним полиномом (первый подход). Представление траектории движения схваты сплайн-функциями (второй подход). Общие случаи планирования траекторий сплайн-функциями в пространстве обобщенных координат.

Моделирование робототехнических систем в терминах сетей Петри

Основные понятия и терминология сетей Петри. Имитационные модели робототехнических систем на основе сетей Петри. Моделирование однопозиционного робототехнического комплекса сетями Петри. Моделирование многопозиционного робототехнического комплекса в терминах сетей Петри.

Тема 5. Этапы проектирования робототехнической системы

Техническое задание. Проектное задание. Эскизный проект. Технический проект. Разработка структурно-алгоритмического обеспечения проекта. Аппаратная реализация системы управления роботом. Программная реализация робототехнической системы. Расчет надежности робототехнической системы. Испытания роботов и робототехнических систем.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Prorobot - <https://www.prorobot.ru/>

НАУРР - <https://robotunion.ru/>

Робототехника и техническая кибернетика - <https://rusrobotics.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Работа на лекциях предполагает участие в дискуссиях. Рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Обращать внимание на перспективы и неразрешенные проблемы, фиксировать для последующей проработки приходящие интересные решения.
практические занятия	Работа на практических занятиях предполагает активное участие в дискуссиях. Для подготовки к занятиям рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.
самостоятельная работа	В самостоятельной работе рекомендуется активное и всестороннее обсуждение всех вопросов при решении стоящих задач. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.
экзамен	Во время лекций повторять проходимый материал в конце каждой недели и месяца. Прорабатывая конкретные вопросы экзамена, структурировать информацию и проверять в первую очередь воспроизведимость основной сути материала, а затем дополнение деталями. Использовать образное и mnemonicеское представление материала и его логическое связывание и построение.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёт или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 27.04.05 "Инноватика" и магистерской программе "Инновационные технологии управления робототехническими системами".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.02.01 Проектирование робототехнических систем*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 27.04.05 - Инноватика

Профиль подготовки: Инновационные технологии управления робототехническими системами

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

Куликова, Е. А. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебник и практикум для вузов / Е. А. Куликова, А. Б. Чуваков, А. Н. Петровский. - Москва : Издательство Юрайт, 2023. - 252 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-15213-5. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/519893>

Шишмарёв, В. Ю. Организация и планирование автоматизированных производств : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. - 2-е изд. - Москва : Издательство Юрайт, 2023. - 318 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-11451-5. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/517967>

Шишмарёв, В. Ю. Диагностика и надёжность автоматизированных систем : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. - 2-е изд. - Москва : Издательство Юрайт, 2023. - 341 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-11452-2. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/517966>

Дополнительная литература:

Автоматизация и роботизация строительства : учебное пособие / А.Г. Булгаков, В.А. Воробьев, С.И. Евтушенко, Д.Я. Паршин. - 2-е изд. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2022. - 452 с. - (Высшее образование). - DOI: <https://doi.org/10.12737/13464>. - ISBN 978-5-369-01109-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1851661>

*Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.02.01 Проектирование робототехнических систем*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 27.04.05 - Инноватика

Профиль подготовки: Инновационные технологии управления робототехническими системами

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.