

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

Роботизированные гибкие производственные системы

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 в роботизированных гибких производственных системах

ПК-7 Методы и механизмы организационного обеспечения АСУП на всех этапах создания и работы роботизированных гибких производственных систем

Должен уметь:

ПК-6 Анализировать технологические условия работы роботизированных гибких производственных систем с учетом структуры АСУП

ПК-7 Ставить задачи и решать проблемы организационного обеспечения АСУП на всех этапах создания и работы роботизированных гибких производственных систем

Должен владеть:

ПК-6 Методами подготовки технологических процессов роботизированных гибких производственных систем с учетом структуры АСУП

ПК-7 Навыками компоновки роботизированных гибких производственных систем с учетом требований организационного обеспечения АСУП

Должен демонстрировать способность и готовность:

Использовать принципы и методы создания и управления роботизированными гибкими производственными системами в своей профессиональной деятельности

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.02.02 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. Автоматизированный и роботизированный производственный процесс в машиностроении	3	2	0	2	0	0	0	8	
2.	Тема 2. Комплексная автоматизация и роботизация технологических и гибких производственных систем	3	3	0	3	0	0	0	12	
3.	Тема 3. Автоматизация и роботизация транспортно-накопительного оборудования гибких производственных систем	3	3	0	3	0	0	0	12	
4.	Тема 4. Автоматизация и роботизация контроля и диагностики оборудования в гибких производственных системах	3	2	0	2	0	0	0	8	
5.	Тема 5. Автоматизированная и роботизированные системы инструментального обеспечения производства гибких производственных систем	3	3	0	3	0	0	0	12	
6.	Тема 6. Устройства загрузки-выгрузки обрабатывающего оборудования автоматических линий и роботизированных технологических комплексов гибких производственных систем	3	2	0	2	0	0	0	8	
7.	Тема 7. Промышленные роботы и автооператоры гибких производственных систем	3	3	0	3	0	0	0	12	
	Итого		18	0	18	0	0	0	72	

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Автоматизированный и роботизированный производственный процесс в машиностроении

Основные понятия и определения механизации и автоматизации технологических процессов в машиностроении. Показатели производительности автоматизированных систем. Автоматизированная система технологической подготовки производства (АСТПП). Автоматизированная система управления технологической подготовкой производства (АСУТПП). Система автоматизированного технологического проектирования (САПР-Т). Гибкое автоматизированное производство автоматизированных технологических комплексов (ГАП АТК)

Тема 2. Комплексная автоматизация и роботизация технологических и гибких производственных систем

Автоматические и специализированные станки, агрегатные станки и многоцелевые станки с ЧПУ. Автоматические линии массового производства и гибкие автоматизированные линии (ГАЛ) серийного производства. Комплексная автоматизация организационно-экономических функций производственной системы. Основные термины и определения гибкой производственной системы (ГПС) и разделение ГПС по организационным признакам. Область применения гибких производственных систем и их совершенствование. Гибкие производственные модули как высшая форма агрегирования автоматизированного оборудования. Особенности проектирования автоматизированных технологических комплексов. Компоновочные решения и состав гибких производственных систем.

Тема 3. Автоматизация и роботизация транспортно-накопительного оборудования гибких производственных систем

Назначение, классификация и функции транспортных и накопительных систем автоматических линий. Транспортеры-накопители. Транспортеры возврата приспособлений-спутников. Классификация транспортно-накопительного оборудования по группам сложности для определения конструкторских и проектных работ. Система транспорта с приводными фрикционными роликами. Ленточные конвейеры в транспортных системах поточных линий. Гравитационный транспорт поточных и автоматических линий. Цепные и пластичные конвейеры для межоперационного транспортирования изделий. Система транспортирования заготовок с помощью несущей роликовой цепи. Варианты транспортно-накопительных систем ГПС. Управление транспортно-накопительными системами. Транспортные роботы, их структура, системы маршрутоустановления напольных транспортных роботов гибких производственных систем. Шаговые транспортеры автоматических линий с жесткой связью между станками. Транспортно-накопительная система с ленточным транспортером автоматической линии для токарной обработки деталей типа дисков. Системы отвода и транспортирования стружки от станков ГПС. Устройства для удаления и транспортирования стружки от станков автоматических и поточных линий. Примеры гибких производственных комплексов с робокарами.

Тема 4. Автоматизация и роботизация контроля и диагностики оборудования в гибких производственных системах

Назначение и задачи контроля в автоматизированном производстве, классификация его видов и материально-техническая база. Средства контроля качества изготовления изделий и адаптации автоматизированного оборудования. Принципы геометрической и технологической адаптации управления роботизированных технологических комплексов. Системы автоматического контроля в действующем производстве. Структура подсистемы общего контроля робототехнического комплекса (РТК).

Тема 5. Автоматизированные и роботизированные системы инструментального обеспечения производства гибких производственных систем

Организация инструментального обеспечения автоматизированного производства. Унификация режущего и вспомогательного инструмента, используемого в автоматизированных технологических комплексах. Устройства для быстрой автоматической смены инструментов на станках с числовым программным управлением. Системы транспортирования инструментов. Система контроля состояния режущих инструментов на агрегатных станках и автоматических линиях. Системы обеспечения инструментом многоцелевых станков ГПС.

Тема 6. Устройства загрузки-выгрузки обрабатывающего оборудования автоматических линий и роботизированных технологических комплексов гибких производственных систем

Загрузочно-накопительные устройства для загрузки-выгрузки токарных автоматов. Устройства автоматизации для загрузки зубофрезерных станков. Унифицированные конструкции питателей и автооператоров для загрузки различных станков автоматических линий. Портальные манипуляторы. Анализ циклограмм совместной работы станков и транспортно-загрузочных устройств. Взаимосвязь структурных схем станков и транспортно-загрузочных устройств. Загрузочно-накопительные устройства агрегатных станков.

Тема 7. Промышленные роботы и автооператоры гибких производственных систем

Классификация промышленных роботов. Напольные и подвесные промышленные роботы. Расчет и проектирование роботизированных загрузочных и транспортных устройств. Компоновка роботизированного комплекса. Построение циклограммы отдельных элементов цикла совместной работы составных частей роботизированного комплекса. Конструкция и расчет рабочих органов автооператора. Определение усилия захвата промышленного робота для удержания.

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 №14-55-996н/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)

Автоматизация и производство - <https://aip.com.ru/>

НАУРР - <https://robotunion.ru/>

Управление производством - <http://www.up-pro.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.

Вид работ	Методические рекомендации
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 проходивший материал в конце каждой недели и месяца. Прорабатывая конкретные вопросы экзамена, структурировать информацию и проверять в первую очередь воспроизводимость основной сути материала, а затем дополнение деталями. Использовать образное и мнемоническое 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 зачёте 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.02.02 Роботизированные гибкие производственные
системы*

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:

Иванов, А. А. Гибкие сборочные линии модульного типа на единой структурной основе : учебное пособие / А.А. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2022. - 265 с. - (Высшее образование : Бакалавриат). - DOI 10.12737/1196558. - ISBN 978-5-16-016615-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1196558>

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 надежность 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>

Виноградов, В. М. Технологические процессы автоматизированных производств : учебник для студентов высших учебных заведений / В.М. Виноградов, А.А. Черепахин, В.В. Клепиков. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2023. - 272 с. - (Бакалавриат). - ISBN 978-5-906818-69-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1941738>

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>

Основы автоматизации технологических процессов : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. В. Щагин, В. И. Демкин, В. Ю. Кононов, А. Б. Кабанова. - Москва : Издательство Юрайт, 2023. - 163 с. - (Профессиональное образование). - ISBN 978-5-534-03848-4. - Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/510505>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
**Б1.В.ДВ.02.02 Роботизированные гибкие производственные
системы**

**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.