

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Энергетики и управления

(наименование факультета)

Гудим А.С.

(подпись, ФИО)

«___» _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Управление в робототехнических системах»

Направление подготовки	27.03.04 «Управление в технических системах»
Направленность (профиль) образовательной программы	«Автоматизация и управление технологическими процессами»

Обеспечивающее подразделение
Кафедра «ЭПАПУ»

Комсомольск-на-Амуре 2023

Разработчик рабочей программы:

Старший преподаватель

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

Савельев Д.О.

(ФИО)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

ЭПАПУ

(наименование кафедры)

(подпись)

Черный С.П.

(ФИО)

1 Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Управление в робототехнических системах» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31.07.2020 №871, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Автоматизация и управление технологическими процессами» по направлению подготовки «27.03.04 Управление в технических системах».

Задачи дисциплины	Формирование навыков владения в области автоматизированных систем управления роботами и робототехническими комплексами, анализ, синтез и проектирование систем управления роботами и робототехническими комплексами
Основные разделы / темы дисциплины	Математическое описание роботов Системы дискретного циклового управления Системы дискретного позиционного программного управления Системы контурного управления приводами роботов Системы адаптивного и интеллектуального управления роботами Групповое управление роботами в робототехнических системах

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Управление в робототехнических системах» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональные		
ОПК-7 Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления	ОПК-7.1 Знает стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления ОПК-7.2 Умеет производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления ОПК-7.3 Владеет навыками выбора стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	Знать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления Уметь производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления Владеть навыками выбора стандартных средств автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Место дисциплины (этап формирования компетенции) отражено в схеме формирования компетенций, представленной в документе *Оценочные материалы*, размещенном на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет* / *Образование* / *27.03.04 / Оценочные материалы*).

Дисциплина «Управление в робототехнических системах» частично реализуется в форме практической подготовки. Практическая подготовка организуется путем проведения / выполнения практических занятий.

Практическая подготовка реализуется на основе: 28.003 "Специалист по автоматизации и механизации механосборочного производства". Обобщенная трудовая функция: А. Автоматизация и механизация технологических операций механосборочного производства

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

4.1 Структура и содержание дисциплины для очной формы обучения

Дисциплина «Управление в робототехнических системах» изучается на 3, 4 курсе(ах) в 6, 7 семестре(ах).

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 з.е., 324 ч., в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем 116 ч., промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой, курсовой проект самостоятельная работа обучающихся 205 ч.

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<i>Раздел «Математическое описание роботов»</i>						
Тема 1.1 Функциональная схема системы управления робота. Классификация способов управления роботов						
<i>Функциональная схема системы управления робота. Классификация способов управления роботов</i>	2					
Тема 1.2 Математическое описание манипулятора						
<i>Математическое описание манипулятора</i>	2					
<i>Кинематические схемы манипуляторов в различных системах координат.</i>						8

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<i>Лабораторная работа 1. Исследование системы управления схватом</i>			6*			
Тема 1.3 Математическое описание механической части манипуляторов						
<i>Математическое описание механической части манипуляторов</i>	4*					
<i>Расчет характеристик механизмов манипулятора</i>						20
Тема 1.4 Взаимное влияние степеней подвижности манипулятора						
<i>Взаимное влияние степеней подвижности манипулятора</i>	2					
<i>Лабораторная работа 2. Исследование системы управления пневмоприводом перемещения</i>			6*			
<i>Представление кинематики робота в виде структурных схем</i>						10
Тема 1.5 Математическое описание приводов манипуляторов						
<i>Математическое описание приводов манипуляторов</i>	2					
Тема 1.6 Математическое описание манипулятора с приводом						
<i>Математическое описание манипулятора с приводом</i>	2					
Тема 1.7 Математическое описание систем передвижения роботов						
<i>Математическое описание систем передвижения роботов</i>	2					
<i>Раздел «Системы дискретного</i>						

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<i>циклового управления»</i>						
Тема 2.1 Особенности дискретного циклового программного управления роботом						
<i>Особенности дискретного циклового программного управления роботом</i>	2					
<i>Методики расчета разомкнутых систем управления пневмоприводами</i>						10
<i>Лабораторная работа 3. Составление, сборка и наладка схемы циклового управления двумя пневмоприводами</i>			6*			
Тема 2.2 Цикловое управление отдельным приводом.						
<i>Цикловое управление отдельным приводом</i>	2					
Тема 2.3 Совместное цикловое управление приводами манипуляторов						
<i>Совместное цикловое управление приводами манипуляторов</i>	2					
<i>Понятие разрешающей способности механизма перемещения и точности перемещения</i>						18
<i>Раздел «Системы дискретного позиционного программного управления»</i>						

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Тема 3.1 Особенности дискретного позиционного управления. Дискретное позиционное управление отдельным манипулятором						
<i>Особенности дискретного позиционного управления. Дискретное позиционное управление отдельным манипулятором</i>	2					
<i>Анализ и реализация алгоритмов релейного управления манипулятором</i>						10
<i>Изучение системы программирования промышленного робота</i>						12
<i>Моделирование систем позиционного дискретного управления робота</i>						
<i>Лабораторная работа 4. Исследование системы управления поворотом робота</i>			4*			
Тема 3.2 Совместное дискретное позиционное управление приводами робота.						
<i>Совместное дискретное позиционное управление приводами робота</i>	2					
Тема 3.3 Анализ и синтез алгоритмов позиционного управления приводами робота.						
<i>Анализ и синтез алгоритмов позиционного управления приводами робота</i>	2					
<i>Лабораторная работа 5. Экспериментальное определение точностных характеристик привода перемещения робота</i>			6*			
Всего в 6 семестре	28	-	28			88
<i>Зачет с оценкой</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Раздел «Системы контурного</i>						

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<i>управления приводами роботов»</i>						
Тема 4.1 Особенности непрерывного управления роботами. Непрерывное управление отдельным приводом робота						
<i>Особенности непрерывного управления роботами. Непрерывное управление отдельным приводом робота</i>	4					
<i>Лабораторная работа 6. Обучение системы управления перемещением схвата</i>			6*			
<i>Курсовой проект. Разработка системы управления электроприводами робота</i>						35
<i>Практическое задание 1. Расчет СУ одноосной рукой робота</i>		4*				
Тема 4.2 Принцип последовательной коррекции в системах управления приводами роботов						
<i>Принцип последовательной коррекции в системах управления приводами роботов</i>	4					
<i>Лабораторная работа 7. Программирование системы управления роботом для процесса механической обработки</i>			8*			
<i>Практическое задание 2. Расчет независимого ПИД управления сочленениями робота</i>		4*				
<i>Структурные системы непрерывного контурного управления роботами</i>						8
Тема 4.3 Робастные системы непрерывного контурного управления						
<i>Робастные системы непрерывного контурного управления</i>	2					
<i>Разработка структурной схемы системы управления схватом робота</i>						8
<i>Анализ ошибки слежения системы управления динамикой руки робота</i>		2*				

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
Тема 4.4 Релейные системы непрерывного контурного управления						
<i>Релейные системы непрерывного контурного управления</i>	2					
<i>Расчет динамических режимов системы управления роботом</i>						6
Тема 4.5 Совместное контурное управление приводами робота						
<i>Совместное контурное управление приводами робота</i>						:
<i>Практическое задание 3. Расчет эквивалентных моментов в сочленениях для двухзвенного плоского манипулятора</i>		4*				
Тема 4.6 Системы совместного управления приводами робота по положению и моменту						
<i>Системы совместного управления приводами робота по положению и моменту</i>	4					
<i>Раздел «Системы адаптивного и интеллектуального управления роботами»</i>						
Тема 5.1 Системы адаптивного управления отдельным приводом робота						
<i>Системы адаптивного управления отдельным приводом робота</i>	4					
<i>Синтез регуляторов и расчет их параметров</i>						8
<i>Кинематические задачи робота в цилиндрической системе координат</i>						34
Тема 5.2 Системы адаптивного управления манипуляторами робота						
<i>Системы адаптивного управления манипуляторами робота</i>	4					
<i>Лабораторная работа 8. Моделирование динамических режимов работы системы управления отдельными звеньями робот.</i>			6*			
Тема 5.3 Системы интеллектуального управления манипуляторами робота						

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			ИКР	Пром. аттест.	СРС
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы			
<i>Системы интеллектуального управления манипуляторами робота</i>	2					
<i>Раздел «Групповое управление роботами в робототехнических системах»</i>						
Тема 6.1 Задачи группового управления. Способы группового управления.						
<i>Задачи группового управления. Способы группового управления.</i>	2					
<i>Лабораторная работа 9. Программирование системы совместного управления роботов в рамках РТК</i>			4			
<i>Матричное описание кинематики робота</i>						36
<i>Лабораторная работа 10. Моделирование переходных процессов с учетом ограничений.</i>			4			
Тема 6.2 Современные устройства управления в робототехнических комплексах						
<i>Современные устройства управления в робототехнических комплексах</i>	4					
<i>Разработка принципиальной схемы системы управления электроприводами робота</i>						16
Курсовой проект				3		
Зачет с оценкой	-	-	-	-	-	-
Всего в семестре 7	24	12*	24*	3		117
ИТОГО по дисциплине	52	12*	52*	3		205

* реализуется в форме практической подготовки

5 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обсуждаются и утверждаются на заседании кафедры. Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде, также фонды оценочных средств доступны студентам в

личном кабинете – раздел учебно-методическое обеспечение.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

6.1 Основная и дополнительная литература

Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 27.03.04 Управление в технических системах / Рабочий учебный план / Реестр литературы.*

6.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Каждому обучающемуся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, с которыми у университета заключен договор.

Перечень рекомендуемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем представлен на сайте университета www.knastu.ru / *Наш университет / Образование / 27.03.04 / Рабочий учебный план / Реестр ЭБС.*

Актуальная информация по заключенным на текущий учебный год договорам приведена на странице Научно-технической библиотеки (НТБ) на сайте университета <https://knastu.ru/page/3244>

6.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

На странице НТБ можно воспользоваться интернет-ресурсами открытого доступа по укрупненной группе направлений и специальностей (УГНС) 27.00.00 Управление в технических системах:

<https://knastu.ru/page/539>

7 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

7.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практически) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные

образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

7.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

7.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

7.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

7.5 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

8 Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
FESTO FluidSim P	Договор АЭ44 №007/11 от 12.12.2016
FESTO FluidSim H	Договор АЭ44 №007/11 от 12.12.2016
FESTO FluidSim E	Договор АЭ44 №007/11 от 12.12.2016

Для проведения лекционных занятий применяется аудитория с мультимедиа-проектором.

8.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Состав программного обеспечения, необходимого для освоения дисциплины, приведен на

сайте университета www.knastu.ru / Наш университет / Образование / 27.03.04 Управление в технических системах / Рабочий учебный план / Реестр ПО.

Актуальные на текущий учебный год реквизиты / условия использования программного обеспечения приведены на странице ИТ-управления на сайте университета:

<https://knastu.ru/page/1928>

8.2 Учебно-лабораторное оборудование

Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
Лаборатория ЭВМ и вычислительных промышленных сетей	ПК (моделирование)
Лаборатория промышленной автоматизации	Комплект учебного оборудования «Основы автоматизации производства» (1 шт.) Комплект учебного оборудования «Автоматизированная производственная линия» (1 шт.)

8.3 Технические и электронные средства обучения

Лекционные занятия.

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Лабораторные занятия.

Для лабораторных занятий используется аудитория, оснащенная оборудованием, указанным в табл. п. 8.2.

Практические занятия.

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде КнАГУ:

- зал электронной информации НТБ КнАГУ;
- компьютерные классы факультета.

9 Иные сведения

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и ре-

флексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.