

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.08 Проектирование мехатронных и
робототехнических систем

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

15.03.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Направленность (профиль)

15.03.06 МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

Форма обучения

очная

Год набора

2020

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

канд.техн.наук, доцент, Сочнев А.Н.

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Изучение методов и принципов проектирования роботов и их элементов, а также роботизированных технологических комплексов и гибких производственных систем с применением промышленных роботов.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Получение теоретических знаний, а также навыков научно-исследовательской и проектно-конструкторской деятельности в сферах проектирования мехатронных устройств, промышленных роботов и роботов иного назначения, проектирования роботизированных технологических и производственных комплексов.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ОПК-2: владением физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем	
ОПК-2: владением физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем	цели, задачи, методы и этапы проектирования роботов и РТС, методы физическо-математического аппарата описания роботов и их элементов; рассчитывать основные узлы роботов и робототехнических систем, выбирать методы расчета, проводить вычислительный эксперимент и анализировать результаты; физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем
ОПК-3: владением современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности	

<p>ОПК-3: владением современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать</p>	<p>особенности конструктивного исполнения, конструкции манипуляционных механизмов, особенности конструкторского проектирования роботов и манипуляционных механизмов с применением САПР разрабатывать и выбирать транспортно-технологические и структурно-компоновочные схемы роботов и робототехнических комплексов, разрабатывать конструкторскую документацию роботов и робототехнических комплексов с применением САПР; современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства</p>
<p>основные требования информационной безопасности</p>	<p>автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности</p>
<p>ОПК-4: готовностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности</p>	
<p>ОПК-4: готовностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности</p>	<p>место промышленных роботов в системе комплексной автоматизации производства, системную картину достижений науки, техники и технологии в профессиональной деятельности; стыковать робототехнические системы с другим технологическим оборудованием, в том числе со средствами автоматизации и механизации технологических процессов, обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию по тематике исследования; готовностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности</p>
<p>ПК-11: способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием</p>	

<p>ПК-11: способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных</p>	<p>особенности конструкций роботов и мехатронных модулей, типовые структурные элементы роботов и мехатронных модулей выполнять расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем, использовать типовые исполнительные и управляющие устройства,</p>
<p>исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием</p>	<p>средства автоматики, измерительной и вычислительной техники способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием</p>
<p>ПК-12: способностью разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями</p>	
<p>ПК-12: способностью разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями</p>	<p>отечественные и международные стандарты в области проектирования роботов и робототехнических систем, практику применения нормативных документов при проектировании роботов и робототехнических систем разрабатывать конструкторскую и проектную документацию в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями способностью разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями</p>
<p>ПК-5: способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств</p>	

<p>ПК-5: способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств</p>	<p>классификацию и основные характеристики роботов и других средств автоматизации и механизации производства, состав и структуру промышленных роботизированных систем; осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводить эксперименты на макетах и моделях мехатронных и робототехнических систем и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий; способностью проводить эксперименты на</p>
	<p>действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств</p>
<p>ПК-9: способностью участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем</p>	
<p>ПК-9: способностью участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем</p>	<p>порядок и стадии выполнения научно-исследовательской работы, тенденции развития робототехнических и мехатронных систем выполнять научные исследования при разработках новых робототехнических и мехатронных систем, выполнять научные исследования при разработках новых робототехнических и мехатронных систем в рамках научных и инженерных коопераций способностью участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем</p>

1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Сем естр	
		1	2
Контактная работа с преподавателем:	3,5 (126)		
занятия лекционного типа	1,5 (54)		
практические занятия	0,5 (18)		
лабораторные работы	1,5 (54)		
Самостоятельная работа обучающихся:	3,5 (126)		
курсовое проектирование (КП)	Да		
курсовая работа (КР)	Нет		
Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)	1 (36)		

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Проектирование мехатронных систем и роботов									
	1. Основные понятия о процессе проектирования. Общая характеристика процесса проектирования. Описание объекта проектирования. Иерархические уровни описания проектируемых объектов. Аспекты описаний проектируемых объектов. Этапы и виды проектирования. Этапы проектирования. Нисходящее и восходящее проектирование. Внешнее и внутреннее проектирование. Унификация проектных решений и процедур. Другие принципы проектирования.	4							
	2. Типовые проектные процедуры и проектные ошибки. Классификация параметров объектов проектирования. Классификация типовых процедур (задач) проектирования. Типичная последовательность проектных процедур. Проектные ошибки.	4							

<p>3. Нормативные акты проектирования. Требования к качеству проектирования. Нормативные акты проектирования. Организация работ по созданию ПР и РТС.</p>	4							
<p>4. Промышленные роботы в системе комплексной автоматизации производства, их классификация и основные характеристики. Особенности конструктивного исполнения. Отечественные и международные стандарты в области проектирования РТС и РТК.</p>	4							
<p>5. Компонентные схемы роботов. Кинематические схемы манипуляционных механизмов и принципы их выбора. Системы координат промышленных роботов. Унификация и агрегатно-модульное построение роботов. Особенности проектирования роботов для агрессивных средств. Состав и структура промышленных РТС. Разработка и выбор транспортно-технологических и структурно-компонентных схем.</p>	4							

<p>6. Синтез структуры манипуляционной системы (МС). Понятия структуры и структурного синтеза МС. Критерий качества выбора структуры МС и основные ограничения. Формулировка задачи структурного синтеза МС ПР. Методы синтеза структуры МС. Метод перечисления вариантов кинематических структур. Метод последовательного наложения структурных групп. Геометрический синтез МС. Задача геометрического синтеза МС. Геометрические критерии качества. Манипулятивность. Обобщенный критерий точности. Достижимость. Критерий свертки. Ограничения при геометрическом синтезе. Алгоритм геометрического синтеза МС. Синтез трехстепенной плоской МС.</p>	4							
<p>7. Погрешность позиционирования промышленного робота. Первичные ошибки. Погрешности обобщенных координат. Погрешность позиционирования робота. Ошибки передаточных функций. Точностной синтез МС. Задача точностного синтеза МС, как одна из составляющих общей задачи жесткостного синтеза МС ПР. Общая постановка задачи жесткостного синтеза МС. Целевая функция и ограничения. Декомпозиция задачи жесткостного синтеза МС ПР на задачу точностного синтеза МС и задачу жесткостного синтеза звеньев МС. Формализация задачи точностного синтеза МС: критерии качества и ограничения. Поисковый алгоритм решения задачи точностного синтеза МС. Применение метода линейного программирования для задачи точностного синтеза для плоской трехстепенной МС.</p>	4							

<p>8. Жесткостной синтез звеньев МС ПР. Формализация задачи синтеза оптимальной жесткости каждого звена МС: критерии качества и ограничения. Связь коэффициентов жесткости с погрешностью позиционирования. Рассмотрение массы звена, как целевой функции при решении задачи жесткостного синтеза звеньев МС. Численная оценка точностных показателей на примере ПР. Анализ кинематической схемы промышленного робота. Основные нежесткости МС. Получение аналитических зависимостей для критерия качества и ограничений. Нахождение области допустимых решений графическим методом. Анализ полученных точностных параметров на соответствие паспортным данным. Численная оценка жесткостных параметров звеньев на примере промышленного робота. Определение схемы нагружения руки манипулятора. Аналитические зависимости для решения задачи изгиба балки. Условие достаточной жесткости руки манипулятора. Расчет коэффициентов жесткости узлов конструкции робота.</p>	4							
<p>9. Системы автоматизированного проектирования роботов. Функциональные возможности, примеры программных продуктов.</p>	4							
<p>10. Лабораторная работа №1. Исследование кинематических структур промышленных роботов.</p>					6			
<p>11. Лабораторная работа №2. Исследование манипуляционной системы промышленного робота М20П.</p>					6			
<p>12. Лабораторная работа №3. Исследование промышленного робота ТУР-10К.</p>					6			

13. Лабораторная работа №4. Моделирование конструкции робота в САД-системе.					6			
14. Лабораторная работа №5. Проектирование конструкции схвата робота-манипулятора.					6			
15. Лабораторная работа №6. Статический и динамический анализ элементов конструкции робота-манипулятора.					6			
16. Изучение теоретического материала							36	
17. Подготовка к защите лабораторных работ							36	
2. Проектирование роботизированных систем								
1. Проектирование роботизированной технологической системы. Постановка задачи проектирования РТС. Исходные данные для проектирования. Определяемые параметры при проектировании. Ограничения, накладываемые на варьируемые параметры. Критерии качества проектирования РТС. Общая последовательность проектирования РТС. Анализ технологического процесса и формирование исходных данных для проектирования РТС. Описание формы и размеров изделия. Выбор оснастки технологического оборудования. Выбор схемы и компоновки оборудования входа в РТК и выхода из него. Определение мест захвата изделия роботом. Определение типа схватаробота. Описание формы и размеров основного и вспомогательного технологического оборудования.	4							

2. Проектирование участков РТС с одним роботом. Определение состава РТС. Определение необходимого количества роботов. Распределение оборудования между роботами. Выбор места и способа передачи изделий между роботами. Определение параметров участка РТС. Организация промежуточного хранения изделия. Выбор порядка расположения оборудования.	4							
3. Геометрическое согласование параметров робота и оборудования РТС. Критерии выбора ориентации оборудования относительно робота. Аналитический метод геометрического согласования параметров робота и оборудования.	2							
4. Определение скорости манипулирования робота. Взаимосвязь скорости манипулирования робота с тактом выпуска изделий. Распределение скоростей манипулирования между степенями подвижности робота. Определение скорости движения робота	2							
5. Автоматизация проектирования РТС. Программное обеспечение систем автоматизированного проектирования (САПР) РТС. Базы данных. Экспертные системы. Интеграция САПР РТС с автоматизированными системами управления производством. Автоматизация программирования роботов и РТС. Взаимодействие САПР РТС с автоматизированной системой подготовки и управления производством.	4							
6. Основные методы моделирования робототехнических систем. Временные сети Петри. Оценка такта выпуска изделий с РТС.	2							

7. Изучение типовых конструкций роботов-манипуляторов			3					
8. Определение параметров системы управления роботом			3					
9. Задачи инженерного анализа конструкции роботов			3					
10. Типовые технологические процессы			3					
11. Формирование временной диаграммы работы РТС			3					
12. Имитационное моделирование РТС			3					
13. Лабораторная работа №7. Роботизированный складской комплекс РСК-250, как пример транспортно-накопительной системы РТС.					6			
14. Лабораторная работа №8. Нормирование скоростных характеристик функционирования роботов и транспортно-накопительных систем РТС.					6			
15. Лабораторная работа №9. Разработка автоматизированной системы проектирования РТС.					6			
16. Изучение теоретического материала							36	
17. Подготовка к защите лабораторных работ							18	
18.								
19.								
Всего	54		18		54		126	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учеб. пособие(Санкт-Петербург: Лань).
2. Кун С., Госселин К. Структурный синтез параллельных механизмов: [монография(Москва: ФИЗМАТЛИТ).
3. Лищинский Л. Ю. Структурный и параметрический синтез гибких производственных систем(Москва: Машиностроение).
4. Козырев Ю. Г. Применение промышленных роботов: учеб. пособие для вузов по спец. 220301-210200 "Автоматизация технолог. процессов и пр-в", 220402-210300 "Роботы и роботехн. системы"(Москва: КноРус).
5. Козырев Ю. Г. Захватные устройства и инструменты промышленных роботов: учеб. пособие для студентов вузов(Москва: КноРус).
6. Абазин Д.Д., Никитин А. А. Промышленная робототехника. Кинематический и динамический анализ манипуляционных систем роботов с применением MathCAD: метод. указ.(Красноярск: ИПК СФУ).
7. Герман-Галкин С. Г. MATLAB & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК: учеб. пособие для студентов вузов(Санкт-Петербург: КОРОНА. Век).
8. Никифоров А. Ю. Средства автоматизации промышленных роботов: учеб.-метод. пособие [для студентов механико-технологического факультета](Красноярск: СФУ).
9. Москвичев А. А., Кварталов А. Р., Устинов Б. В. Захватные устройства промышленных роботов и манипуляторов(Москва: Издательство "ФОРУМ").
10. Машков, Рубцов, Рубцов Состав и характеристики мобильных роботов: учеб. пособие по курсу «Управление роботами и робототехническими комплексами»(М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Система автоматизированного проектирования SolidWorks
2. Система Matlab 7.0 и выше, включая программирование в этих система
3. Приложения MSOffice

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Не используются.

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Проведение занятий лекционного типа требует оснащение лекционного зала мультимедийным оборудованием (проектор, интерактивная доска).

Проведение лабораторных работ требует следующего оснащения: компьютерный класс, оснащенный компьютерами с необходимым программным обеспечением, приведенным в п. 9.1;