

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИНКБ

Д.А. Седнев

«01» сентября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление подготовки/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств	
Образовательная программа (направленность (профиль))	Автоматизация сварочных процессов и производств	
Специализация		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат	
Курс	3	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32
	Практические занятия	16
	Лабораторные занятия	40
	ВСЕГО	88
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		курсовой проект
Самостоятельная работа, ч		128
ИТОГО, ч		216

Вид промежуточной аттестации

**Экзамен
Диф. зачет
КП**

Обеспечивающее подразделение

**Отделение
Электронной
инженерии**

Заведующий кафедрой -
руководитель Отделения
Руководитель ООП
Преподаватель

	П.Ф. Баранов
	А.А. Першина
	Ф.А. Симанкин

2020 г.

2020 г

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-1	Способен собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования	ПК(У)-1.B1	Владеть опытом анализа исходных информационных данных для конструирования элементов робототехнических систем
		ПК(У)-1.У1	Уметь применять информационные данные, полученные в ходе их анализа на всех этапах конструирования элементов робототехнических систем
		ПК(У)-1.31	Знать современные технологии, методы и средства конструирования элементов робототехнических систем
ПК(У)-20	Способен проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	ПК(У)-20.B2	Владеть навыком проведения экспериментов при конструировании элементов робототехнических систем
		ПК(У)-20.У2	Уметь проводить эксперименты по заданным методикам, анализировать полученные результаты, составлять описание выполненных работ по конструированию элементов робототехнических устройств
		ПК(У)-20.32	Знать правила оформления научных обзоров и публикаций по результатам экспериментов и исследований в области конструирования элементов робототехнических устройств

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части междисциплинарного профессионального модуля Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии в своей профессиональной деятельности	ПК(У)-20
РД-2	Способность разрабатывать конструкторскую и проектную документацию узлов робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями	ПК(У)-1
РД-3	Способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием	ПК(У)-1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Введение. Области применения, классификация и технические характеристики робототехнических систем	РД-1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 2. Структура робототехнической системы. Классификация робототехнических систем	РД-1, РД-3	Лекции	8
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	28
Раздел (модуль) 3. Основы кинематики робототехнических систем	РД-2, РД-3	Лекции	8
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	28
Раздел (модуль) 4. Основы конструирования элементов робототехнических систем	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	10
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	36
Раздел (модуль) 5. Мехатронные узлы робототехнических систем	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	16

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение. Области применения, классификация и технические характеристики робототехнических систем
--

Области применения робототехнических систем (РТС). Классификация промышленных роботов. Технические характеристики промышленных РТС

Темы лекций:

1. Введение. Основные понятия, используемые в конструировании РТС. Области применения РТС
2. Классификация промышленных роботов. Технические характеристики промышленных роботов

Темы практических занятий:

1. Подготовка Технического задания на проектирование промышленной робототехнической системы (4 часа)

Раздел 2. Структура робототехнической системы. Классификация робототехнических систем

Структура робототехнической системы. Основные понятия структуры и кинематики РТС на примере манипуляторов промышленных роботов. Степени свободы материального тела. Кинематические пары. Классификация кинематических пар. Структурный анализ механической части РТС. Основные элементы и узлы промышленного робота

Темы лекций:

1. Структура робототехнической системы. Основные понятия структуры и кинематики РТС на примере манипуляторов промышленных роботов
2. Степени свободы материального тела. Кинематические пары. Классификация кинематических пар
3. Структурный анализ механической части РТС
4. Основные элементы и узлы промышленного робота

Темы практических занятий:

1. Структурный анализ механической части РТС (4 часа)

Названия лабораторных работ:

1. Кинематический анализ плоского рычажного механизма (2 часа)
2. Кинематический анализ зубчатого механизма (2 часа)
3. Кинематический анализ эпициклического зубчатого механизма (4 часа)

Раздел 3. Основы кинематики робототехнических систем

Преобразования координат в манипуляционных системах. Определение взаимного положения последовательно соединенных звеньев манипуляционных систем. Определение абсолютных скоростей точек звеньев манипулятора. Кинематика манипуляционных механизмов с последовательной структурой. Кинематика манипуляционных механизмов с параллельной структурой

Темы лекций:

1. Преобразования координат в манипуляционных системах. Определение взаимного положения последовательно соединенных звеньев манипуляционных систем
2. Определение абсолютных скоростей точек звеньев манипулятора
3. Кинематика манипуляционных механизмов с последовательной структурой
4. Кинематика манипуляционных механизмов с параллельной структурой

Темы практических занятий:

1. Составление кинематической схемы манипулятора РТС (2 часа)

Названия лабораторных работ:

1. Исследование механизма с последовательной кинематикой (4 часа)
2. Исследование механизма с параллельной кинематикой (4 часа)

Раздел 4. Основы конструирования элементов робототехнических систем

Теоретические основы конструирования робототехнических систем. Жизненный цикл изделия. Системы проектирования, основные принципы проектирования. Системы автоматизированного проектирования (САПР). Использование САПР в конструировании РТС. Материалы, применяемые при проектировании РТС. Прочность элементов робототехнической системы. Конструирование элементов РТС, изготавливаемых с использованием сварочных операций. Основы прочностных расчетов элементов РТС при статическом нагружении. Потеря устойчивости статически нагруженных элементов РТС. Основы прочностных расчетов элементов РТС при усталостном нагружении.

Темы лекций:

1. Теоретические основы конструирования робототехнических систем. Жизненный цикл изделия. Системы проектирования, основные принципы проектирования. Системы автоматизированного проектирования (САПР). Использование САПР в конструировании РТС
2. Материалы, применяемые при проектировании РТС. Прочность элементов робототехнической системы
3. Конструирование элементов РТС, изготавливаемых с использованием сварочных операций
4. Основы прочностных расчетов элементов РТС при статическом нагружении. Потеря устойчивости статически нагруженных элементов РТС
5. Основы прочностных расчетов элементов РТС при усталостном нагружении

Темы практических занятий:

1. Аналитический расчет сварного элемента РТС на статическую прочность (2 часа)
2. Аналитический расчет сварного элемента РТС на потерю устойчивости (2 часа)
3. Аналитический расчет сварного элемента РТС на усталостную прочность (2 часа)

Названия лабораторных работ:

1. Подбор материала для изготовления рычажного элемента манипулятора РТС с использованием САПР DS SolidWorks (2 часа)
2. Расчет сварного элемента РТС на статическую прочность с использованием САПР DS SolidWorks (2 часа)
3. Расчет сварного элемента РТС на прочность при ударном воздействии с использованием САПР DS SolidWorks (2 часа)
4. Расчет сварного элемента РТС на усталостную прочность с использованием САПР DS SolidWorks (2 часа)
5. Проектирование элемента исполнительного устройства РТС с использованием САПР DS SolidWorks (4 часа)
6. Проектирование корпусного элемента для электронных узлов РТС с использованием САПР DS SolidWorks (4 часа)

Раздел 4. Мехатронные узлы робототехнических систем

Мехатронные модули движения. Интеллектуальные мехатронные модули движения. Механические компоненты мехатронных модулей движения – преобразователи механической энергии, направляющие, тормозные устройства и механизмы для выборки люфтов. Электродвигатели мехатронных модулей движения. Силовые преобразователи. Информационные устройства мехатронных систем – датчики положения, скорости.

Темы лекций:

1. Мехатронные модули движения. Механические компоненты мехатронных модулей движения. Электродвигатели мехатронных модулей. Силовые преобразователи. Информационные устройства мехатронных модулей

Названия лабораторных работ:

1. Компоновка мехатронного модуля движения на примере модуля линейного перемещения (2 часа)
2. Робот «Сегвей» (обратный маятник) (2 часа)
3. Наземный робот «Ровер» (2 часа)
4. Робот балансер (состояние равновесия системы) (2 часа)

Темы курсовых проектов:

1. Проектирование захватного устройства промышленного робота для перемещения заготовок для сварки
2. Проектирование удерживающего устройства роботизированного сварочного кондуктора
3. Проектирование устройства подачи сварочной проволоки для роботизированного сварочного полуавтомата
4. Проектирование устройства перемещения сварочной головки роботизированного сварочного полуавтомата
5. Проектирование орбитального привода роботизированного устройства для сварки внутренних швов магистрального трубопровода
6. Проектирование орбитального привода роботизированного устройства для сварки внешних швов труб большого диаметра магистрального трубопровода
7. Проектирование орбитального привода роботизированного устройства для сварки внешних швов труб малого диаметра магистрального трубопровода
8. Проектирование привода удерживающего устройства роботизированного комплекса для сварки труб магистрального трубопровода
9. Проектирование привода удерживающего устройства роботизированного комплекса для контактной сварки листовых деталей
10. Проектирование привода перемещения сварочной головки роботизированного комплекса для сварки листовых деталей

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**6.1. Учебно-методическое обеспечение**

Основная литература

1. Егоров, Олег Дмитриевич. Конструирование механизмов роботов : учебник для вузов / О. Д. Егоров. — Москва: Абрис, 2012. — 444 с.: ил.. — Библиогр.: с. 414.. — ISBN 978-5-4372-0012-4.
2. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : / А. П. Лукинов, Москва: Лань, 2012
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2765
3. Бройнль, Томас. Встраиваемые робототехнические системы: проектирование и применение мобильных роботов со встроенными системами управления : пер. с англ. / Т. Бройнль. — Москва; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012. — 520 с.: ил.. — Динамические системы и робототехника. — Библиография в конце глав.. — ISBN 978-5-4344-0046-6

Дополнительная литература

1. Механика миниатюрных роботов / В. Г. Градецкий [и др.]; Российская академия наук (РАН), Институт проблем механики им. А. Ю. Ишлинского (ИПМех). — Москва: Наука, 2010. — 271 с.: ил.. — Библиогр.: с. 255-266.. — ISBN 978-5-02-036969-8.
2. Промышленные роботы для миниатюрных изделий / Р. Ю. Бансявичюс [и др.]; под ред. В. Ф. Шаньгина. — Москва: Машиностроение, 1985. — 263 с.: ил.. — Автоматические манипуляторы и робототехнические системы. — Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр.: с. 257-259.
3. Фузеев, Александр Васильевич. Элементы и приводы роботов. Гидропневмоэлементы : учебное пособие / А. В. Фузеев; Саратовский государственный технический университет. — Саратов: Б. и., 1995. — 70 с.. — ISBN 574330100-X.
4. Нуждихин, Вячеслав Григорьевич. Технология изготовления робототехнических систем. Роботизация сборки автоматических систем : учебное пособие / В. Г. Нуждихин, Ю. В. Китаев; Тульский политехнический институт (ТулПИ). — Тула: Изд-во ТулПИ, 1987. — 96 с.: ил.. — Библиогр.: с. 92-94.
5. Егоров, Олег Дмитриевич. Механика роботов : Учебное пособие. — 1. — Москва: Московская государственная академия водного транспорта (МГАВТ), 2007. — 224 с.. — ВО - Бакалавриат.
Схема доступа: <http://znanium.com/go.php?id=403436> (контент)
6. Егоров, Олег Дмитриевич. Механика и конструирование роботов : учебник / О. Д. Егоров. — Москва: Станкин, 1997. — 510 с.: ил.. — Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств. — ISBN 570280063-X.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. <http://www.svarka.com> – российский сварочный портал для машиностроения, строительства, нефтегазохимической промышленности
2. <http://fsapr2000.ru/> - российский интернет-форум пользователей и разработчиков САПР и IT-технологий в проектировании и производстве.
3. <http://www.solidworks.ru/> - Специализированный сайт компании SolidWorks Russia
4. <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb> - информационно-справочные системы и профессиональные базы данных НТБ.

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
2. Document Foundation LibreOffice;
3. Zoom Zoom

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12, 306	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Компьютер - 18 шт.; Принтер - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12, 301	Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств / профиль «Автоматизация сварочных процессов и производств» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
Доцент ОЭИ	Ф.А. Симанкин

Программа одобрена на заседании отделения электронной инженерии (протокол от «01» сентября 2020 г. №37).

Заведующий кафедрой – руководитель Отделения
Электронной инженерии, к.т.н., доцент  /П.Ф. Баранов/

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭИ ИШНКБ (протокол)
2021/2022 учебный год	1. Обновлено содержание разделов дисциплины 2. Обновлено ПО в рабочей программе дисциплины 3. Обновлен список литературы 4. Обновлен перечень профессиональных баз 5. Обновлена аннотация рабочей программы дисциплины 6. Обновлены материалы в ФОС дисциплины	от 30.08.2021 г. № 54
2022/2023 учебный год	1. Обновлено содержание разделов дисциплины 2. Обновлено ПО в рабочей программе дисциплины 3. Обновлен список литературы 4. Обновлен перечень профессиональных баз 5. Обновлены материалы в ФОС дисциплины	от 27.06.2022 г. № 67