

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

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИШИТР

 (Сонькин Д. М.)
 «01» сентября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Основы разработки компонентов мехатроники и робототехники

| | | | |
|--|---|-----------------|---|
| Направление подготовки/ специальность | 15.03.06 Мехатроника и робототехника | | |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы | | |
| Специализация | Системы управления автономными роботами | | |
| Уровень образования | высшее образование - бакалавриат | | |
| Курс | 3 | семестр | 5 |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) | 6 | | |
| Виды учебной деятельности | Временной ресурс | | |
| Контактная (аудиторная) работа, ч | Лекции | 32 | |
| | Практические занятия | 32 | |
| | Лабораторные занятия | 24 | |
| | ВСЕГО | 88 | |
| Самостоятельная работа, ч | | 128 | |
| в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа) | | курсовая работа | |
| ИТОГО, ч | | 216 | |

| | | | |
|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|-----|
| Вид промежуточной аттестации | Экзамен, дифф.зачет | Обеспечивающее подразделение | ОАР |
|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|-----|

| | | |
|---|---|---------------|
| Заведующий кафедрой- руководитель отделения на правах кафедры |  | Филипас А. А. |
| Руководитель ООП |  | Мамонова Т.Е. |
| Преподаватель | | Тырышкин А.В. |

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)-3 | Способен разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий | ПК(У)-3.32 | Знать программно-технических средств, используемых для обработки информации робототехнических систем |
| | | ПК(У)-3.У2 | Уметь использовать программно-технические средства для построения мехатронных и робототехнических систем |
| | | ПК(У)-3.В2 | Владеть опытом применения программно-технических средств для построения мехатронных и робототехнических систем |
| ПК(У)-7 | Готов участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок | ПК(У)-7.31 | Знает методику проведения аналитического обзора по заданной тематике исследования в области робототехнических и мехатронных разработок |
| | | ПК(У)-7.У1 | Умеет составлять аналитический обзор по заданной тематике исследования в области робототехнических и мехатронных разработок |
| ПК(У)-11 | Способен производить расчёты 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 | ПК(У)-11.31 | Знать принципы и методологические основы расчётов и проектирования мехатронных устройств, модулей, систем; устройство и принцип действия промышленных роботов (ПР), манипуляторов, схватов ПР, отдельных модулей ПР; классификацию мехатронных модулей, роботов и манипуляторов, их основные технические характеристики |
| | | ПК(У)-11.У2 | Уметь проводить кинематические расчеты мехатронных устройств, проектировать робототехнические системы с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, вычислительной техники в соответствии с техническим заданием |
| | | ПК(У)-11.В1 | Владеть опытом проведения точностных расчётов мехатронных и робототехнических подсистем в соответствии с техническим заданием |
| ПК(У)-12 | Способен разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями | ПК(У)-12.33 | Знать стадии и процедуры процесса проектирования, особенности проектных процедур при предпроектной стадии разработки моделей мехатронных модулей, средства САПР для разработки конструкторской проектной документации механических сборочных единиц и деталей мехатронных и робототехнических систем |
| | | ПК(У)-12.У3 | Уметь разрабатывать проектно-конструкторскую документацию на основе программно-технических средств в соответствии с кодексом |

| Код компетенции | Наименование компетенции | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) | |
|-----------------|--------------------------|---|---|
| | | Код | Наименование |
| | | | профессиональной этики, ответственности и международным нормам инженерной деятельности |
| | | ПК(У)-12.В2 | Владеть опытом применения теории решения изобретательских задач и программно-технического средства для составления и выпуска эксплуатационной документации новых частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы. |

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части 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 | | Индикатор достижения компетенции |
|---|---|----------------------------------|
| Код | Наименование | |
| РД-1 | Понимать основные научно-технические проблемы и перспективы развития мехатроники и робототехники, их взаимосвязь со смежными областями науки и техники. | ПК(У)-3 |
| РД-2 | Знать принципы и методологические основы построения мехатронных устройств, модулей, систем. Знать устройство и принцип действия промышленных роботов (ПР), манипуляторов, схватов ПР, отдельных модулей ПР. | ПК(У)-3 |
| РД-3 | Иметь представление о назначении мехатронных систем, промышленных роботов, о робототехнических комплексах, робототехнических системах. | ПК(У)-11 |
| РД-4 | Знать классификацию мехатронных модулей, роботов и манипуляторов, их основные технические характеристики. Иметь опыт программирования цикловых роботов и простых робототехнических комплексов на их основе. | ПК(У)-11 ПК(У)-12 |

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 1. Введение. Определения и терминология мехатроники | РД-2 | Лекции | 8 |
| | | Практические занятия | 8 |
| | | Лабораторные занятия | 8 |
| | | Самостоятельная работа | 28 |
| Раздел 2. Принципы мехатроники. Методы построения мехатронных устройств | РД-2 РД-3 | Лекции | 8 |
| | | Практические занятия | 8 |
| | | Лабораторные занятия | 4 |
| | | Самостоятельная работа | 30 |
| Раздел 3. Промышленные роботы (ПР), основные понятия, классификация ПР | РД-1 РД-2 РД-3 | Лекции | 8 |
| | | Практические занятия | 8 |
| | | Лабораторные занятия | 4 |
| | | Самостоятельная работа | 40 |
| Раздел 4. Кинематика манипуляторов. | РД-3 | Лекции | 4 |

| | | | |
|---|------|------------------------|----|
| Расчёт характеристик манипуляторов промышленных роботов | РД-4 | Практические занятия | 8 |
| | | Лабораторные занятия | 4 |
| | | Самостоятельная работа | 30 |

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение. Определения и терминология мехатроники

Краткое содержание раздела. Предпосылки развития мехатроники и робототехники области применения мехатронных и робототехнических систем. Преимущества мехатронных устройств и систем. Определение мехатроники, как новой области науки и техники.

Темы лекций:

1. Основные термины и определения (4 часа).
2. Трехединая сущность мехатронных систем. Факторы, обусловившие развитие мехатронных систем. Тенденции изменения и ключевые требования мирового рынка в области мехатроники (4 часа).

Названия практических работ:

1. Промышленный робот, определение. Функциональная схема. Структурная схема. Кинематические схемы (4 часа).
2. Системы координатных перемещений, рабочее пространство, рабочая зона (4 часа).

Названия лабораторных работ:

1. Автоматизированное черчение. Создание чертежа детали в T-Flex (4 часа).
2. Параметрическое черчение. Основы создания параметрического чертежа в T-Flex (4 часа).

Раздел 2. Принципы мехатроники. Методы построения мехатронных устройств

Краткое содержание раздела. Поколения мехатронных модулей. Структура автоматической машины, созданной на основе традиционного и мехатронного подходов в их проектировании. Сущность мехатронного подхода в проектировании и эксплуатации мехатронных систем.

Темы лекций:

3. Основные принципы мехатроники (4 часа).
4. Потенциально возможные точки интеграции функциональных элементов в мехатронные модули. Методы построения мехатронных устройств (4 часа).

Названия практических работ:

3. Классификация промышленных роботов (4 часа).
4. Принципы построения ПР: агрегатный, агрегатно-модульный, модульный принципы построения (4 часа).

Названия лабораторных работ:

3. Использование библиотек стандартных элементов при создании сборочного чертежа в T-Flex (4 часа).

Раздел 3. Промышленные роботы (ПР), основные понятия, классификация ПР

Краткое содержание раздела. Промышленный робот, определение. Функциональная схема ПР. Структурная схема ПР. Поколения роботов. Роботы с программным управлением, адаптивные роботы, интеллектуальные роботы. Роботы, традиционные, перспективные области их применения. Предметная область робототехники. Роботы, определение.

Темы лекций:

5. Промышленный робот, определение (4 часа).
6. Структурная схема робота. Кинематические схемы (4 часа).

Названия практических работ:

5. Номенклатура основных технических характеристик ПР, их определение, параметрические ряды этих характеристик (4 часа).
6. Уравнения кинематики манипулятора (4 часа).

Названия лабораторных работ:

4. Параметрическое черчение. Параметрический чертеж зубчатого колеса в T-Flex (4 часа).

Раздел 4. Установившиеся и переходные процессы в линейных системах управления. Синтез систем автоматического управления

Краткое содержание раздела. Матрица поворота вокруг произвольной оси. Представление матриц поворота через углы Эйлера. Геометрический смысл матриц поворота. Однородные координаты и матрицы преобразований. Геометрический смысл однородной матрицы преобразования. Однородная матрица композиции преобразований. Точностной расчёт манипулятора: постановка задачи.

Темы лекций:

7. Однородная матрица композиции преобразований. Звенья, сочленения и их параметры. Представления Денавита-Хартенберга. Прямая задача кинематики. Уравнения кинематики манипулятора. Обратная задача кинематики. Метод обратных преобразований. Геометрический подход в решении обратной задачи кинематики (4 часа).

8. Точностной расчёт манипулятора: постановка задачи. Расчёт погрешности позиционирования (4 часа).

Названия практических работ:

7. Расчёт погрешности позиционирования ПР модульного типа при отработке программных движений (4 часа).

8. Расчёт погрешности позиционирования ПР с управлением по степеням подвижности по положению (4 часа).

Названия лабораторных работ:

5. Параметрическое черчение. Создание внутренней базы данных детали в T-Flex (4 часа).

Тема курсовой работы:

1. Кинематический расчет работа

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины 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;
- Подготовка к лабораторным, практическим работам;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Рыбак, Л. А.. Эффективные методы решения задач кинематики и динамики робота-станка параллельной структуры [Электронный ресурс] / Рыбак Л. А., Ержуков В. В., Чичварин А. В.. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011. — 148 с. — Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Инженерно-технические науки. — ISBN 978-5-9221-1296-3. Схема доступа: https://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=59592 (контент) (дата обращения: 12.05.2020 г.) (дата обращения: 12.05.2020 г.)
2. Лесков, А. Г.. Кинематика и динамика исполнительных механизмов манипуляционных роботов [Электронный ресурс] / Лесков А. Г., Бажинова К. В., Селиверстова Е. В.. — Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 104 с.. — Книга из

коллекции МГТУ им. Н.Э. Баумана - Инженерно-технические науки. — ISBN 978-5-7038-4752-7. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/103405> (контент) (дата обращения: 12.05.2020 г.)

3. Тхан Вьет Зунг. Компьютерное управление в мехатронике и робототехнике : электронный курс [Электронный ресурс] / Тхан Вьет Зунг; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики (ИК), Кафедра интегрированных компьютерных систем управления (ИКСУ). – Электрон. дан. – Томск: TPU Moodle, 2016. – Заглавие с экрана. – Доступ по логину и паролю..Схема доступа: <http://design.lms.tpu.ru/enrol/index.php?id=1674> (контент) (дата обращения: 12.05.2020 г.)

Дополнительная литература

1. Копылов, Ю. Р.. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения: учебник [Электронный ресурс] / Копылов Ю. Р.. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 496 с.. — Книга из коллекции Лань - Информатика.. — ISBN 978-5-8114-3913-3. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/125736> (контент) (дата обращения: 12.05.2020 г.)
2. Хворова, Ирина Александровна. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: учебное пособие / И. А. Хворова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 212 с.: ил.. Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C230605> (контент) (дата обращения: 12.05.2020 г.)

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронный курс «Дискретная математика» Режим доступа: <https://eor.lms.tpu.ru/course/view.php?id=932>
2. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

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

ownCloud Desktop Client; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkeiPad; Cisco Webex Meetings; Google Chrome; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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, | Лабораторный стенд Часторегулируемый электропривод - 1 шт.; Лабораторный стенд |

| | | |
|----|---|--|
| | <p>консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 027</p> | <p>Электропривод - 2 шт.; Стенд лабораторный - 3 шт.; Лабораторный комплекс Автоматизированный электропривод д/уч. и н-иссл.работ - 2 шт.; Лаборат.стенд Элементы систем авт.выч.техники компьютерная версия - 1 шт.; Промышленный робот DRM-C Series - 1 шт.; Гибкий производственный модуль с компьютер.управл. на базе мини ток.ст. и учеб.робота - 1 шт.; Роботизированный сборочный комплекс с компьютерным управлением - 1 шт.; Мини-габарит токарный станок с компьют.управлен. и компьют.имитат.токарн.фрезерн.ст - 1 шт.; Настольный токарный станок с компьют.управлен. и компьют.имитат.токарн.фрезерн.ст - 1 шт.; Гибкая произв.сист. с компьютер.упр. на базе 2-х станков с компь.упр. и учеб.робота - 1 шт.; Двигатель постоянного тока ДПУ-87-180 - 2 шт.; Лабораторный стенд Частотно регулируемый электропривод типа ЭП-НК - 1 шт.; Настольный сверл.фрез.станок с компьют.управлен. и компьют.имитат.токарн.фрезерн.ст - 1 шт.; Сборочный стенд с компьют.управ. и техн.зрением - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Компьютер - 4 шт.</p> |
| 2. | <p>Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 415</p> | <p>Макет космического аппарата МОЛНИЯ в масштабе 1:10 - 1 шт.; Макет космического аппарата ЛУЧ в масштабе 1:10 - 1 шт.; Макет космического аппарата ГЛОНАСС-К в масштабе 1:10 - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Шкаф для одежды - 1 шт.;Шкаф для документов - 4 шт.;Тумба подкатная - 5 шт.;Стол лабораторный - 5 шт.;Комплект учебной мебели на 34 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.</p> |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.03.06 Мехатроника и робототехника / Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы / Системы управления автономными роботами (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность | ФИО |
|------------|---------------|
| Доцент ОАР | Тырышкин А.В. |

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения автоматизации и робототехники (протокол № 4а от 01.09.2020 г.).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения
на правах кафедры,
к.т.н., доцент

 /Филипас А. А./
подпись