

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.)
 «__» _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Компьютерное управление в мехатронике и робототехнике

Направление подготовки/ специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Мехатроника и робототехника		
Специализация	Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	44	
	Практические занятия	16,5	
	Лабораторные занятия	16,5	
	ВСЕГО	77	
Самостоятельная работа, ч		139	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОАР
---------------------------------	---------	---------------------------------	-----

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

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-1	Способен составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники	P5	ПК(У)-1.У6	Умеет использовать математические модели робототехнических комплексов и систем в системах компьютерного управления в мехатронике и робототехнике при автоматизации и роботизации технологических процессов
ПК(У)-5	Способен проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	P5	ПК(У)-5.34	Знать методики проведения экспериментов на системах с компьютерным управлением процессов и системах автоматизации и роботизации, действующих макетов, образцах мехатронных и робототехнических систем
			ПК(У)-5.В4	Владеть опытом обработки результатов экспериментов на системах с компьютерным управлением процессами и системах автоматизации и роботизации, действующих макетов, образцах мехатронных и робототехнических систем с применением современных информационных технологий и технических средств
ПК(У)-9	Способен участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем	P2	ПК(У)-9.31	Знать методику научно-исследовательских разработок в области интеллектуального управления робототехнических и мехатронных систем
ДПК(У)-1	Способен проводить проверку технического состояния оборудования, обоснование экономической эффективности внедрения проектируемых модулей и подсистем мехатронных и робототехнических устройств, анализ, синтез и настройку систем управления и обработки информации с использованием соответствующих	P1 P4	ДПК (У)-1.35	Знать принципы интеллектуального управления в мехатронных системах
			ДПК (У)-1.36	Знать классификацию систем управления мехатронными и робототехническими системами, основы решения задач синтеза программных траекторий гибких производственных систем в автоматизации и роботизации технологических процессов
			ДПК (У)-1.У6	Уметь получать рекуррентные соотношения из передаточных функций с целью реализации цифровых регуляторов на персональном компьютере для интеллектуального управления в мехатронных системах

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
			ДПК (У)-1.У7	Уметь планировать траектории движения мехатронных и робототехнических систем, идентифицировать объекты управления вещественным интерполяционным методом при в автоматизации и роботизации технологических процессов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Компьютерное управление в мехатронике и робототехнике» относится к вариативной части междисциплинарного профессионального модуля Блока 1 учебного плана ООП.

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	Знать классификацию, функциональное описание и исполнительные системы мехатронных модулей	ПК(У)-1 ПК(У)-5 ПК(У)-9 ДПК(У)-1
РД-2	Уметь применять алгоритмы управления мехатронными и робототехнических систем компенсационным методом	ПК(У)-1 ПК(У)-5 ПК(У)-9 ДПК(У)-1
РД-3	Владеть опытом планирования траектории движения мехатронных и робототехнических систем	ПК(У)-1 ПК(У)-5 ПК(У)-9 ДПК(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. Функциональное описание мехатронных и робототехнических систем	РД-1 РД-4	Лекции	10
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 2. Планирование траекторий движения мехатронных и робототехнических систем	РД-2 РД-3	Лекции	12
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 3. Исполнительные системы управления	РД-1 РД-3	Лекции	10
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	25

Раздел (модуль) 4. Алгоритмы управления мехатронными и робототехническими системами компенсационным методом	РД-3 РД-4	Лекции	40
		Практические занятия	4,5
		Лабораторные занятия	4,5
		Самостоятельная работа	39

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Функциональное описание мехатронных и робототехнических систем

Предмет, цели и задачи курса, его связь с другими дисциплинами. Организация учебного процесса. Рекомендуемая литература. Системы программного, адаптивного и интеллектуального управления. Интеллектуальные мехатронные модули.

Темы лекций:

1. Классификации систем управления мехатронными и робототехническими системами.
2. Классификация по иерархическому признаку построения: исполнительные системы управления, системы управления тактического и стратегического уровней.
3. Функциональная схема мехатронной системы, ее основные элементы.

Практические работы:

1. Задание узловых точек траекторий и расчет параметров сплайнов первого участка траектории.

Названия лабораторных работ:

1. Расчет параметров конечного и промежуточных участков программной траектории.

Раздел 2. Планирование траекторий движения мехатронных и робототехнических систем

Задачи синтеза программных траекторий. Типовые траектории перевода исполнительного органа из исходной точки в целевую. Формирование условий, обеспечивающих вычисление коэффициентов полинома, описывающего программную траекторию. Недостатки полиномиального описания. Разбиение траектории на участки. Переход к кусочно-полиномиальным моделям типа 4-3-4, 3-5-3.

Темы лекций:

4. Кусочно-линейные описания траекторий. Преимущества кубических полиномов. Основные задачи, возникающие при сплайн-интерполяции: выбор опорных точек, определение значений управляемых координат в опорных точках, расчет времени движения звена между опорными точками, вычисление коэффициентов сплайнов.

5. Назначение опорных точек. Определение значений координат звеньев исполнительного механизма и положения рабочего органа в опорных точках. Определение времени движения звеньев на участках интерполяции. Общее время отработки программной траектории.

6. Получение участков программных траекторий между опорными точками. Математические модели манипулятора. Прямая задача кинематики, ее использование для целей управления. Обратная задача кинематики. Ее решение методом последовательных преобразований.

Названия практических работ:

2. Воспроизведение программной траектории. Оценка погрешности.

Названия лабораторных работ:

2. Исследование влияние значений узлов интерполирования на формирование численных моделей.

Раздел 3. Исполнительные системы управления

Постановка задач синтеза регуляторов исполнительных подсистем. Методы синтеза регуляторов. Вещественное интегральное преобразование, модели в форме численных

характеристик. Выбор узлов интерполирования при формировании численных характеристик. Перекрестное свойство при использовании вещественного интегрального преобразования. Оценивание снижения объема вычислений при действии над моделями в виде численных характеристик. Обеспечение робастности синтезируемых систем. Идентификация объектов управления вещественным интерполяционным методом. Построение самонастраивающихся исполнительных систем управления.

Темы лекций:

7. Вещественный интерполяционный метод расчета исполнительных систем управления мехатронных и робототехнических систем.
8. Перекрестное свойство как инструмент повышения точности решения приближенных задач.
9. Синтез регуляторов вещественным интерполяционным методом.

Названия практических работ:

3. Получение передаточных функций по численным характеристикам.

Названия лабораторных работ:

3. Формирование уравнений синтеза регуляторов на основе моделей в виде численных характеристик.

Раздел 4. Алгоритмы управления мехатронными и робототехническими систем компенсационным методом
--

Уравнения движения исполнительных систем и исполнительных механизмов мехатронных систем. Алгоритмы управления по ускорению. Уравнение управляемого движения исполнительного механизма. Схемное представление управляемого движения. Синтез алгоритмов перевода исполнительного механизма в заданную точку: получение закона изменения момента двигателя, управляющего.

Темы лекций:

10. Алгоритмы позиционного и скоростного управления движением МС.
11. Синтез алгоритмов перевода исполнительного механизма в заданную точку.

Названия практических работ:

4. Решение уравнения синтеза численным методом.

Названия лабораторных работ:

4. Итерационный способ повышения точности синтеза регуляторов.

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;
- выполнение домашних заданий;
- подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Денисенко В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В. В. Денисенко. – Москва: Горячая линия–Телеком, 2013. – 606 с. URL: <http://ibooks.ru/reading.php?short=1&isbn=978-5-9912->

- 0060-8 (контент) (дата обращения: 10.05.2017 г.)
2. Теория автоматического управления учебник для вузов: в 2 ч.: / под ред. А. А. Воронова . — 3-е изд., стер. — Екатеринбург: АТП , 2015 Ч. 2: Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления . — 2015. — 504 с.
URL: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C321854> (контент) (дата обращения: 10.05.2017 г.)
 3. Ким, Дмитрий Петрович. Теория автоматического управления: учебник для вузов : в 2 т. / Д. П. Ким. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Физматлит, 2007. URL: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C171729> (контент) (дата обращения: 10.05.2017 г.)
 4. 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.
URL: <https://e.lanbook.com/book/103405> (дата обращения: 10.05.2017 г.)

Дополнительная литература

1. Шкляр В. Н. Надежность систем управления [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Н. Шкляр; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.2 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m416.pdf>(контент) (дата обращения: 10.05.2017 г.)
2. Теория автоматического управления: лабораторный практикум : в 2 ч. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; сост. А. П. Зайцев, А. Д. Митаенко, К. В. Образцов. — Томск: Изд-во ТПУ, 2011
URL: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C230958> (контент) (дата обращения: 10.05.2017 г.)

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
4. 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**):

7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Cisco Webex Meetings; CODESYS Development System V3; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Mozilla Firefox ESR; ownCloud Desktop Client; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom, сетевой ресурс (var.tpu.ru)

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, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 103	Комплект учебной мебели на 14 посадочных мест; Тумба стационарная - 3 шт.; Демо система Foxbogo Evo для демонстрации и обучения - 1 шт.; Унифицированный аппаратно-программный стенд - 1 шт.; Демо система Екш-ПЗ для демонстрации и обучения - 1 шт.; Стенд "Современные средства автоматизации" - 1 шт.; Компьютер - 8 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, 116А	Комплект учебной мебели на 22 посадочных мест; Компьютер - 22 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 2 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.03.06 Мехатроника и робототехника / Мехатроника и робототехника / Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОАР	Мамонова Т.Е.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения автоматизации и робототехники (протокол от «01» июня 2017 г. № 6).

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

_____/Филипас А. А./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения автоматизации и робототехники (протокол)
2018/2019 учебный год	1.Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	От «30» мая 2018 г. № 5а
	5. Изменена система оценивания	От «30» августа 2018 г. № 7
2019/2020 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	От «28» июня 2019 г. № 18а
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	От «22» мая 2020 г. № 2