

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.)

«29» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Интеллектуальное управление робототехническими комплексами и системами

Направление подготовки/ специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы		
Специализация	Мобильные робототехнические комплексы и системы		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	32	
	ВСЕГО	96	
Самостоятельная работа, ч		120	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной
аттестации

Экзамен

Обеспечивающее
подразделение

ОАР

Заведующий кафедрой-
руководитель отделения на
правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

Филипас А. А.

Мамонова Т.Е.

Мамонова Т.Е.

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 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	ПК(У)-1.У4	Уметь составлять и исследовать модели цифровых систем управления на персональном компьютере
ПК(У)-9	Способен участвовать в качестве исполнителя в научно-исследовательских разработках новых робототехнических и мехатронных систем	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 инструментальных средств	ДПК (У)-1.34	Знать принципы интеллектуального управления робототехническими комплексами и системами
		ДПК (У)-1.У4	Уметь получать рекуррентные соотношения из передаточных функций с целью реализации цифровых регуляторов на персональном компьютере для интеллектуального управления робототехническими комплексами и системами
		ДПК (У)-1.В6	Владеть методами моделирования интеллектуальных систем управления робототехническими комплексами и системами на персональном компьютере, анализа качества и устойчивости цифровых систем управления робототехническими комплексами.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативно 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		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Знать современное состояние основные принципы	ПК(У)-9.31

	функционирования обучаемых систем управления промышленными роботами, адаптивные обучаемые управляющие системы с распознаванием образов, математическое моделирование процесса обучения системы управления, командные рецепторы, деление рецепторов на группы обучаемой системы управления, методику обучения робота с обучаемой системой управления, свойства и особенности обучаемых систем управления, техническую реализацию систем управления, основные варианты физической и электрической реализации обучаемых систем управления, методы обучения, мышления и самообучения объекта с технической интеллектуальной системой.	ДПК (У)-1.34
РД-2	Уметь анализировать аппаратную реализацию систем управления роботами, составлять математические модели; применять закономерности и принципы имитационного моделирования в процессе обучения системы управления; задавать командные рецепторы и осуществлять их деление на группы; применять принципы обучения систем управления с внутренними обратными связями и парными рецепторами; выбирать параметры и разрабатывать обучаемые системы управления для промышленных роботов; применять методы обучения, мышления и самообучения мехатронных и робототехнических систем.	ПК(У)-1.У4 ДПК (У)-1.У4
РД -3	Владеть методами математического моделирования и интеллектуального управления роботами, методами обучения систем управления мехатронных и робототехнических систем, методами обучения и самообучения систем управления промышленных роботов в составе робототехнических систем	ДПК (У)-1.В6

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. Управление на основе технологии нечеткой логики	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 2. Управление на основе технологии экспертных систем	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 3. Управление на основе технологии ассоциативной памяти	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 4. Управление на основе технологии нейросетевых структур.	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	30

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение. Управление на основе технологии нечеткой логики

Цель и основные задачи курса. Постановка задачи управления в условиях неопределенности. Определение области применения интеллектуальных систем управления (ИСУ). Принципы построения интеллектуальных систем управления.

Основы теории нечетких множеств. Особенности нечеткого логического вывода в задачах управления динамическими объектами. Нечеткие контроллеры: принципы построения, фазификация и дефазификация, составление правил нечеткого управления. Технические и программные средства для реализации нечеткого управления. Основы аналитического конструирования регуляторов нечеткого управления. Синтез нечетких регуляторов на основе вероятностных моделей.

Темы лекций:

1. Постановка задачи управления в условиях неопределенности.
2. Нечеткие контроллеры.
3. Основы аналитического конструирования регуляторов нечеткого управления.
4. Синтез нечетких регуляторов на основе вероятностных моделей.

Темы практических занятий:

1. Технические и программные средства для реализации нечеткого управления.
2. Основы аналитического конструирования регуляторов нечеткого управления.
3. Синтез нечетких регуляторов на основе вероятностных моделей.

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование нечеткой системы управления робокаром
2. Работа Fuzzy Logic с блоками Simulink

Раздел 2. Управление на основе технологии экспертных систем

Понятие, формальные основы и классификация экспертных систем. Статические и динамические экспертные системы в управлении. Структура мягкой экспертной системы. Методология разработки экспертных систем. Экспертный регулятор для систем автоматического управления динамическими объектами. Адаптивные электроприводы и мехатронные устройства с экспертным регулятором. Планирование перемещений и управление движением манипуляционных роботов на основе технологии экспертных систем.

Темы лекций:

5. Статические и динамические экспертные системы в управлении.
6. Экспертный регулятор для систем автоматического управления динамическими объектами.
7. Планирование перемещений и управление движением манипуляционных роботов на основе технологии экспертных систем.

Темы практических занятий:

4. Адаптивные электроприводы и мехатронные устройства с экспертным регулятором.
5. Планирование перемещений и управление движением манипуляционных роботов на основе технологии экспертных систем.

Названия лабораторных работ:

6. Исследование автоматической системы управления с Fuzzy - регулятором в среде MATLAB

Раздел 3. Управление на основе технологии ассоциативной памяти

Особенности функционирования систем управления с ассоциативной памятью в условиях неопределенности. Управление движением высокоточных технологических роботов и мехатронных устройств на основе ассоциативной памяти. Адаптивное управление на базе технологии ассоциативной памяти. Комбинирование робастного и адаптивного управления с помощью интеллектуальных систем. Абсолютная устойчивость

систем управления мехатронными устройствами с ассоциативной памятью.

Темы лекций:

8. Способы реализации ассоциативной памяти.
9. Адаптивное управление на базе технологии ассоциативной памяти.
10. Комбинирование робастного и адаптивного управления с помощью интеллектуальных систем.
11. Абсолютная устойчивость систем управления мехатронными устройствами с ассоциативной памятью.

Темы практических занятий:

6. Абсолютная устойчивость систем управления мехатронными устройствами с ассоциативной памятью.

Названия лабораторных работ:

7. Исследования нейросетевого регулятора с предсказанием
8. Исследования нейросетевого регулятора NARMA - L2

Раздел 4. Управление на основе технологии нейросетевых структур.

Искусственные нейронные сети (ИНС) и их классификация. Нейросетевой регулятор для управления динамическими объектами. Идентификация динамических объектов на основе технологии нейронных сетей. Генетические алгоритмы. Интеллектуальные системы управления с экспертно-нейросетевым регулятором. Самообучающаяся система управления на основе нейронных сетей. Управление движением манипуляционных роботов на базе нейросетевых структур. Понятие когнитивного и синергетического управления. Парадигма гибридного интеллектуального управления.

Темы лекций:

12. Нейросетевой регулятор для управления динамическими объектами.
13. Генетические алгоритмы.
14. Самообучающаяся система управления на основе нейронных сетей.
15. Понятие когнитивного и синергетического управления.

Темы практических занятий:

7. Интеллектуальные системы управления с экспертно-нейросетевым регулятором.
8. Самообучающаяся система управления на основе нейронных сетей.
9. Управление движением манипуляционных роботов на базе нейросетевых структур.
10. Понятие когнитивного и синергетического управления.
11. Парадигма гибридного интеллектуального управления.

Названия лабораторных работ:

9. Исследования нейросетевого контроллера на основе эталонной модели

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;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Трофимов, В. Б.. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами : учебное пособие [Электронный ресурс] / Трофимов В. Б., Куликов С. М.. — 2-е изд., испр.. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. — 256 с.. — Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям: 09.03.02, 09.04.02 - "Информационные системы и технологии", 15.03.04, 15.04.04 - "Автоматизация технологических процессов и производств". — Книга из коллекции Инфра-Инженерия - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-9729-0488-4. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/148325> (контент) (дата обращения: 20.05.2019 г.)
2. Советов, Борис Яковлевич. Интеллектуальные системы и технологии : учебник в электронном формате [Электронный ресурс] / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). — Москва: Академия, 2013. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Высшее профессиональное образование. Бакалавриат. — Информатика и вычислительная техника. — Библиогр.: с. 312-316. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше.. — ISBN 978-5-7695-9572-1. Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-22.pdf> (контент) (дата обращения: 20.05.2019 г.)
3. Рутковская, Данута. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы : пер. с пол. / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. — 2-е изд., стер.. — Москва: Горячая линия-Телеком, 2013. — 384 с.: ил.. — Библиография в конце глав. — Предметный указатель: с. 381-383.. — ISBN 978-5-9912-0320- Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C264070> (контент) (дата обращения: 20.05.2019 г.)

Дополнительная литература

1. Жданов, Александр Аркадьевич. Автономный искусственный интеллект / А. А. Жданов. — 2-е изд. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 359 с.: ил.. — Адаптивные и интеллектуальные системы. — Библиогр.: с. 350-357.. — ISBN 978-5-94774-995-3. Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C256340> (контент) (дата обращения: 20.05.2019 г.)
2. Советов, Борис Яковлевич. Интеллектуальные системы и технологии : учебник / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. — Москва: Академия, 2013. — 320 с.: ил.. — Высшее профессиональное образование. Информатика и вычислительная техника. — Бакалавриат. — Библиогр.: с. 312-316.. — ISBN 978-5-7695-9572-1. Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C259643> (контент) (дата обращения: 20.05.2019 г.)
2. Станкевич, Лев Александрович. Интеллектуальные системы и технологии : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Л. А. Станкевич. — Москва: Юрайт, 2016. — 398 с.: ил.. — Бакалавр и магистр. Академический курс. — Библиогр.: с. 396-397.. — ISBN 978-5-9916-7575-8. Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C347152> (контент) (дата обращения: 20.05.2019 г.)

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. [Электронный ресурс] Электронная библиотечная система «Лань». – Режим доступа: URL. – <https://e.lanbook.com/>
2. [Электронный ресурс] Электронная библиотечная система «Консультант студента» – Режим доступа: URL. – <http://www.studentlibrary.ru/>
3. [Электронный ресурс] Электронная библиотечная система «Юрайт» – Режим доступа: URL. – <http://www.studentlibrary.ru/>
4. [Электронный ресурс] Электронная библиотечная система «Znanium» – Режим доступа: URL. – <http://znanium.com/>

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; AkelPad; CODESYS Development System V3; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom; сетевой pecypc (vap.tpu.ru)

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

№	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. 2 106	Стенд № 6 "Металлокорпуса для электрощитов" - 1 шт.; Стенд № 3 "Силовые автоматические выключатели (ЕКФ) - 1 шт.; Специализированный учебно-научный комплекс интегрированных компьютерных систем - 1 шт.; Стенд № 4 "Коммутационная модульная аппаратура (ЕКФ electronica) - 1 шт.; Стенд № 5 "Силовое оборудование и кнопки" - 1 шт.; Стенд № 2 "Клеммное обеспечение автоматизированных систем" - 1 шт.; Источник питания NES-100-12 - 1 шт.; Информационный стенд № 1 - DKC "Алюминиевые кабельные каналы" - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест;Тумба стационарная - 2 шт.; Компьютер - 5 шт.
2.	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. 2 027	Лабораторный стенд Часторегулируемый электропривод - 1 шт.; Лабораторный стенд 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.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового	Комплект учебной мебели на 56 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

	проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 220	
4.	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. 2 106	Стенд № 6 "Металлокорпуса для электрощитов" - 1 шт.; Стенд № 3 "Силовые автоматические выключатели (ЕКФ) - 1 шт.; Специализированный учебно-научный комплекс интегрированных компьютерных систем - 1 шт.; Стенд № 4 "Коммутационная модульная аппаратура (ЕКФ electronica) - 1 шт.; Стенд № 5 "Силовое оборудование и кнопки" - 1 шт.; Стенд № 2 "Клеммное обеспечение автоматизированных систем" - 1 шт.; Источник питания NES-100-12 - 1 шт.; Информационный стенд № 1 - ДКС "Алюминиевые кабельные каналы" - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Тумба стационарная - 2 шт.; Компьютер - 5 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.03.06 Мехатроника и робототехника / Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы / Мобильные робототехнические комплексы и системы (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность		ФИО
Доцент ОАР		Мамонова Т.Е.

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения автоматизации и робототехники (протокол № 18а от «28» июня 2019 г).

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)
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 «01» сентября 2020 г. № 4а