

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.)

«25» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

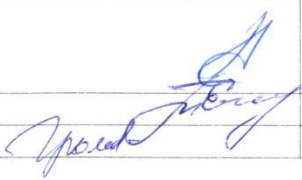
ПРИЕМ 2018 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ И СИСТЕМАМИ

Направление подготовки/специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы		
Специализация	Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	5		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	24	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	72	
Самостоятельная работа, ч		108	
ИТОГО, ч		180	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОАР ИШИТР
------------------------------	---------	------------------------------	-----------

Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель			Филипас А.А.
			Мамонова Т.Е.
			Громаков Е.И.

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
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)-1.31	Знать теорию автоматического регулирования; методологические основы функционирования, моделирования и синтеза систем автоматического управления (САУ); основные методы анализа САУ во временной и частотных областях, способы синтеза САУ
		ДПК (У)-1.У2	Уметь строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления (САУ) проводить анализ САУ, оценивать статистические и динамические характеристики, рассчитывать основные качественные показатели САУ
		ДПК (У)-1.В3	Владеть навыками анализа синтеза САУ, рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического управления
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	ПК(У)-5.34	Знать методики проведения экспериментов на системах автоматического управления процессами и системами действующих макетов, образцах мехатронных и робототехнических систем
		ПК(У)-5.У6	Уметь проводить эксперименты на системах автоматического управления процессами и системами действующих макетов, образцах мехатронных и робототехнических систем
		ПК(У)-5.В4	Владеть опытом обработки результатов экспериментов на системах автоматического управления процессами и системами действующих макетов, образцах мехатронных и робототехнических систем с применением современных информационных технологий и технических средств

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы (модуль направления подготовки).

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 студентов демонстрировать глубокие естественнонаучные, математические и технические знания в области анализа, синтеза и проектирования систем автоматического управления, достаточные для решения научных и инженерных задач на мировом уровне, демонстрировать всестороннее понимание используемых современных методов, алгоритмов, моделей и технических решений, используемых при разработке систем автоматического управления	ДПК (У)-1
РД-2	Способность студентов воспринимать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области теории систем автоматического управления, принимать участие в фундаментальных и прикладных исследованиях по созданию новых методов и алгоритмов синтеза и анализа систем автоматического и автоматизированного управления, включая мехатронных и робототехнических систем управления, а также участвовать в командах по разработке таких устройств и систем	ПК(У)-5

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	Объём времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Основы автоматизации параметров технологических процессов и производств.	РД-1	Лекции	6
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	27
Раздел (модуль) 2. Традиционные типовые структуры систем управления процессами НГО.	РД-2	Лекции	6
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	27
Раздел (модуль) 3. Традиционные типовые алгоритмы управления процессами НГО Комплексное FF/FB	РД-1 РД-2	Лекции	6
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	27
Раздел (модуль) 4. Сложные алгоритмы автоматического регулирования Advanced Process Control	РД-1 РД-2	Лекции	6
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	27

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основы автоматизации параметров технологических процессов и производств.

Краткое содержание раздела. Цели и задачи дисциплины. Структура возможных задержек и запаздываний в контуре САР. Методы математического описания объектов автоматизации. Проблемы автоматического регулирования параметрами технологических установок. Технологические алгоритмы. Алгоритм управления исполнительным устройством.

Темы лекций:

1. Основы автоматизации параметров технологических процессов и производств.
2. Особенности АТПП на предприятиях нефтегазовой отрасли.
3. Объекты автоматизации в нефтегазовой отрасли и их параметры, подлежащие автоматическому управлению. Структуры систем АТПП.

Темы практических занятий:

1. Импульсные модели FIR (Finite Impulse Response), конечно скачкообразные модели FSR (Finite Step Response),
2. Линейные LSS (Linear State Space) и нелинейные модели пространства состояний NLSS (NonLinear State Space)
3. VFIR (Velocity FIR), TF (Laplace Transfer Function), ARX (Autoregressive with exogeneous input), BJ (Box-Jenkin), MM (Multi-modal),
4. Нейросетевые модели.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование ЛАЧХ и ФЧХ типовых корректирующих звеньев на основе операционных усилителей.
2. Математические модели систем автоматического управления.

Раздел 2. Традиционные типовые структуры систем управления процессами НГО.

Краткое содержание раздела. Традиционные типовые структуры систем управления процессами НГО.

Темы лекций:

4. Структуры САР. SISO (single-input, single-output, САР с одним входом и одним выходом).
5. SIMO (single input, multiple output, САР с одним регулятором управляющим несколькими параметрами ОУ).
6. MISO (multiple input, single output, САР с несколькими входами и одним выходом).

Темы практических занятий:

5. MIMO (multiple input, multiple output, САР с несколькими входами и выходами).
6. Исследование дискриминаторов. MISO (multiple input, single output, САР с несколькими входами и одним выходом).

Названия лабораторных работ:

3. Уравнения динамики линейных систем автоматического управления. Передаточные функции

Раздел 3. Традиционные типовые алгоритмы управления процессами НГО.

Комплексное FF/FB

Краткое содержание раздела. Традиционные типовые алгоритмы управления процессами НГО. ПИД –регулирование. Методические основы выбора параметров ПИД –регуляторов. Автоматическая настройка и адаптация регуляторов.

Темы лекций:

7. Комплексное FF/FB (управление по возмущению/ управление по отклонению), Override (замещающее регулирование), Split-range control (двухдиапазонное «грубое-точное» регулирование).
8. Cascade (каскадное регулирование); IMC (Internal Model Control) (регулирование с косвенным измерением).
9. Smith Predictor (смит-предикаторное управление); Parallel control (параллельное управление); Valve Position Control (управление положением задвижки).

Темы практических занятий:

7. Ratio control (регулирование отношения);
8. Selective control (селективное управление с использованием алгоритмов с акционерным голосованием Auctioneering).
9. Исследование переходных процессов замкнутой системы автоматического регулирования с детерминированным видом ЛАЧХ.
10. Исследование статической точности системы стабилизации.

Названия лабораторных работ:

4. Исследование точности линейных систем

Раздел 4. Сложные алгоритмы автоматического регулирования *Advanced Process Control*

Краткое содержание раздела. Сложные алгоритмы автоматического регулирования Advanced Process Control (APC). Этапы развития APC/MPC технологии автоматического регулирования. Линейные MPC. Общее описание MPC.

Темы лекций:

10. Горизонт управления; горизонт предсказания; параметры опорной, задающей траектории; жесткие и мягкие ограничения на управляемые переменные и выходные переменные;
11. Ковариационная матрица и коэффициент усиления фильтра Калмана.
12. Алгоритмы оптимизации. LQG-регуляторы

Темы практических занятий:

11. Обобщенное прогнозирующее управление (GPC). DMC/ MAC- регуляторы.
12. Модельное алгоритмическое управление (MAC). IDCOM-M, PFC Predictive Functional Control, HIECON, SMCA Setpoint Multivariable Control Architecture, и SMOC - алгоритмы третьего поколения.
13. Нейронное сетевое управление.
14. Фаззи-управление.

Названия лабораторных работ:

5. LQG-регуляторы. Модельное алгоритмическое управление PFC Predictive Functional Control, HIECON.
6. Методы повышения точности. Структурные и аналитические методы.

4. 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 работам;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

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

1. Ким, Дмитрий Петрович. Теория автоматического управления : учебник и практикум для академического бакалавриата [Электронный ресурс] / Д. П. Ким; Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и

- электроники (МИРЭА, МГУПИ). – Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). – Москва: Юрайт, 2015. – 1 Мультимедиа CD-ROM. – Электронные учебники издательства "Юрайт". – Бакалавр. Академический курс. – Электронная копия печатного издания. – 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 978-5-9916-5406-7. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-92.pdf> (контент) (дата обращения: 20.05.2018).
2. Малышенко, Александр Максимович. Сборник тестовых задач по теории автоматического управления : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. М. Малышенко, О. С. Вадутов; Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 5.4 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader..Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m208.pdf> (контент) (дата обращения: 20.05.2018).
3. Малышенко, Александр Максимович. Математические основы теории систем : учебник для вузов [Электронный ресурс] / А. М. Малышенко; Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 2.7 KB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader..Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m207.pdf> (контент) (дата обращения: 20.05.2018).

Дополнительная литература

1. Зайцев, Александр Петрович. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]лабораторный практикум: / А. П. Зайцев, А. Д. Митаенко, К. В. Образцов ; Томский политехнический университет ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . – Томск : Изд-во ТПУ , 2011Ч. 1 . – 1 компьютерный файл (pdf; 4.2 MB). – 2011. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader..Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m306.pdf> (контент) (дата обращения: 20.05.2018).
2. Зайцев , Александр Петрович . Теория автоматического управления [Электронный ресурс]лабораторный практикум: / А. П. Зайцев, А. Д. Митаенко, К. В. Образцов ; Томский политехнический университет ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . – Томск : Изд-во ТПУ , 2011Ч. 2 . – 1 компьютерный файл (pdf; 1.2 MB). – 2011. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader..Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m307.pdf> (контент) (дата обращения: 20.05.2018).
3. Шилин, Александр Анатольевич. Теория автоматического управления линейными непрерывными системами : электронный курс [Электронный ресурс] / А. А. Шилин, В. Г. Букреев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электропривода и электрооборудования (ЭПЭО). – Электрон. дан.. – Томск: TPU Moodle, 2015. – Заглавие с экрана. – Доступ по логину и паролю..Схема доступа: <http://design.lms.tpu.ru/enrol/index.php?id=795> (контент) (дата обращения: 20.05.2018).

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; 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, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 418	Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения для учебных занятий всех типов, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 415	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; Макет космического аппарата ГЛОНАСС-К в масштабе 1:10 - 1 шт.; Макет космического аппарата ЛУЧ в масштабе 1:10 - 1 шт.; Макет космического аппарата МОЛНИЯ в масштабе 1:10 - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2	Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт.

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
	107	

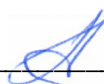
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.03.06 Мехатроника и робототехника / Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы / Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОАР	Громаков Е.И.

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения автоматизации и робототехники (протокол № 6 от 05.06.2018 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)
2018/2019 учебный год	1. 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 ссылки 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 ссылки ЭБС	От «01» сентября 2020 г. № 4а