

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор обеспечивающей
Инженерной школы
Информационных технологий и
робототехники

 Д.М. Сонькин
«01» _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

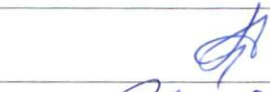
Теория автоматического управления 2

Направление подготовки/ специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли		
Специализация	<i>Программно-технические комплексы управления производственными процессами</i>		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	24	
	Лабораторные занятия	40	
	ВСЕГО	96	
Самостоятельная работа, ч			120
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			Курсовая работа
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной
аттестации

Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОАР
----------------	---------------------------------	------------

Заведующий кафедрой –
руководитель Отделения
Руководитель ООП
Преподаватель

	Филипас А.А.
	Громаков Е. И.
	Малышенко А. М

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)-6	Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа	ПК(У)-6.B2	Владеет навыками анализа и синтеза САР, может проводить расчеты одноконтурных и многоконтурных системы автоматического управления
		ПК(У)-6.У2	Умеет строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления (САУ), проводить анализ САУ, оценивать статистические и динамические характеристики, рассчитывать основные качественные показатели САУ
		ПК(У)-6.32	Знает 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; типовые пакеты прикладных программ анализа динамических систем

2. Место дисциплины (модуля) 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		Компетенция
Код	Наименование	
РД1	применять полученные знания для решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных автоматических систем (в том числе интеллектуальных) с использованием технологий мирового уровня, современных инструментальных и программных средств	ПК(У)-6
РД2	Анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области теории, проектирования, производства и эксплуатации комплекса технических средств, принимать участие в командах по разработке и эксплуатации таких устройств и систем	ПК(У)-6

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. Нелинейные системы автоматического управления и методы их анализа	РД-1 РД-2	Лекции	14
		Практические занятия	16
		Лабораторные занятия	20
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 2. Дискретные системы автоматического управления	РД-1 РД-2	Лекции	14
		Практические занятия	14
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 3. Адаптивные и экстремальные системы	РД-1 РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. *Нелинейные системы автоматического управления и методы их анализа*

Типовые нелинейности в элементах и системах управления. Математические модели и структурные схемы нелинейных систем и методы их преобразования. Особенности режимов функционирования нелинейных САУ.

Методы анализа процессов в нелинейных САУ. Метод фазового пространства и метод припасовывания. Метод гармонической линеаризации.

Критерии устойчивости нелинейных динамических систем. Второй метод А. М. Ляпунова. Метод абсолютной устойчивости В.М. Попова.

Темы лекций:

1. Синтез корректирующих устройств систем автоматического управления (САУ).
2. Методы настройки промышленных регуляторов.
3. Нелинейные системы автоматического управления и их типовые нелинейные характеристики.
4. Метод фазового пространства и его применение для анализа и синтеза нелинейных систем автоматического управления.
5. Анализ и синтез релейных систем автоматического регулирования методом фазового пространства.
6. Анализ устойчивости состояний и процессов в нелинейных системах автоматического управления.
7. Анализ устойчивости состояний и процессов в системах автоматического управления с интервально определенными параметрами

Темы практических занятий:

1. Оценки качества переходных процессов в линейных САУ.
2. Синтез корректирующих устройств систем автоматического управления и настройка промышленных регуляторов.
3. Настройка промышленных регуляторов.
4. Математическое описание состояний и процессов в нелинейных САУ.
5. Метод фазового пространства в исследованиях нелинейных САУ.
6. Анализ и синтез САУ методом фазового пространства.

7. Оценка устойчивости нелинейных САУ и систем с интервально определенными параметрами.
8. Оценка устойчивости нелинейных САУ и систем с интервально определенными параметрами.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование ПИД-регулятора линейной САУ.
2. Исследование методов настройки ПИД-регуляторов.
3. Синтез линейных САУ частотным методом.
4. Линеаризация динамических моделей в пакете Simulink.
5. Положения равновесия и устойчивость нелинейных систем.

Раздел 2. Дискретные системы автоматического управления
--

Классификация дискретных САУ по способам квантования сигналов. Математическое описание процессов в импульсных и цифровых системах. Использование дискретных операторных преобразований для описания процессов в дискретных САУ. Передаточные функции и частотные характеристики дискретных систем. Спектры дискретных сигналов. Теорема Котельникова-Шеннона и ее использование для анализа свойств дискретных систем. Анализ устойчивости состояний равновесия и процессов в дискретных системах. Методы анализа установившихся и переходных процессов в дискретных САУ.

Темы лекций:

8. Импульсные и цифровые системы автоматического управления.
9. Математический аппарат описания и анализа импульсных и цифровых систем автоматического управления.
10. Передаточные функции и частотные характеристики линейных импульсных и цифровых систем автоматического управления.
11. Оценка устойчивости линейных импульсных и цифровых систем автоматического управления.
12. Анализ установившихся режимов в линейных импульсных и цифровых САУ.
13. Определение переходных процессов в линейных импульсных и цифровых САУ.
14. Синтез импульсных и цифровых САУ.

Темы практических занятий:

1. Математическое описание импульсных и цифровых систем автоматического управления.
2. Операторно-структурные схемы импульсных и цифровых САУ.
3. Оценка устойчивости линейных импульсных и цифровых САУ.
4. Анализ устойчивости систем с интервально-определенными параметрами.
5. Анализ установившихся процессов в импульсных и цифровых САУ.
6. Установившиеся динамические процессы в импульсных и цифровых САУ.
7. Переходные процессы в импульсных и цифровых САУ.

Названия лабораторных работ:

6. Программное управление подвижными объектами.
7. Анализ точностных и динамических свойств цифровых САУ.

Раздел 3. Адаптивные и экстремальные системы

Постановка задачи оптимального управления. Функционал оптимизации.

Основные задачи и способы адаптации систем управления. Классификация адаптивных систем.

Темы лекций:

15. Адаптивные системы автоматического управления.
16. Системы экстремального и оптимального управления.

Темы практических занятий:

1. Методы поиска экстремума.

Названия лабораторных работ:

8. Исследование оптимальной по быстрдействию САР.

Тематика курсовых работ - в качестве курсовой работы по теории управления студентам дается задание по схемотехническому проектированию, параметрическому синтезу и анализу системы управления некоторым техническим объектом.

К основным разделам курсовой работы могут относиться: - получение модели динамического объекта в форме системы дифференциальных уравнений. Как правило, основой для выполнения этого пункта программы является вывод модели, изложенный в литературе. Студент должен обратить внимание на обоснование полученной модели, провести анализ упрощений, сделанных при ее получении; - линеаризация модели динамического объекта относительно точки установившегося режима и запись в отклонениях; - получение структурной схемы и расчет передаточной функции (матрицы) объекта; - переход к линейной модели в форме уравнений состояния; - выбор структуры управления объектом в рамках заданных ограничений; - параметрический синтез регуляторов и наблюдателей; - анализ точностных и динамических характеристик замкнутой системы при детерминированных входных воздействиях; - определение ошибки системы в установившемся режиме при изменении задающего ($U_{\text{зад}}$) и возмущающего ($U_{\text{взм}}$) воздействий по заданному закону; - анализ точностных и динамических характеристик замкнутой системы при случайных входных воздействиях; - дискретизация модели замкнутой системы; - анализ влияния нелинейностей на работу системы управления; - анализ временных и частотных характеристик дискретной модели.

Конкретное задание на проектирование включает лишь часть перечисленных пунктов. Оно формируется для каждого студента индивидуально.

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;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Ким, Д.П. Теория автоматического управления: учебник и практикум для академического бакалавриата / Д.П. Ким; Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники (МИРЭА, МГУПИ). – Москва: Юрайт, 2015. –

Бакалавр. Академический – URL: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2019/FN/fn-92.pdf> (дата обращения: 19.03.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.

2. Малышенко, А.М. Сборник тестовых задач по теории автоматического управления: учебное пособие / А.М. Малышенко, О. С. Вадутов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 2-е изд., перераб. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m066.pdf> (дата обращения: 19.04.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Малышенко, А.М. Математические основы теории систем: учебник для вузов / А.М. Малышенко; Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – URL: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2019/m207.pdf> (дата обращения: 21.04.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст : электронный.
2. Теория автоматического управления: учебник для вузов / С.Е. Душин, Н.С. Зотов, Д.Х. Имаев [и др.]; под ред. В.Б. Яковлева. – 3-е изд., стер. – Москва: Высшая школа, 2009. – 567 с.: ил. – Текст : непосредственный.
3. Гайдук, А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: учебное пособие / А.Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. – 5-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 464 с. – ISBN 978-5-8114-4200-3. – Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/125741> (дата обращения: 21.04.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Певзнер, Л.Д. Лабораторный практикум по дисциплине "Теория автоматического управления": учебное пособие / Л.Д. Певзнер, В.В. Дмитриева. – Москва : Горная книга, 2010. – 125 с. – ISBN 978-5-7418-0631-9. – Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/3478> (дата обращения: 21.04.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

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:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru>

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

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;

2. Document Foundation LibreOffice;
3. Cisco Webex Meetings
4. Zoom (Zoom Video Communications, Inc.)
5. MatLab
6. PEMOC
7. CLASSiC

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 (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 (Учебный корпус №10), аудитория 106	Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Тумба стационарная - 2 шт.; Информационный стенд № 1 - ДКС "Алюминиевые кабельные каналы" - 1 шт.; Стенд № 2 "Клеммное обеспечение автоматизированных систем" - 1 шт.; Стенд № 4 "Коммутационная модульная аппаратура (ЕКF electronica) - 1 шт.; Источник питания NES-100-12 - 1 шт.; Стенд № 5 "Силовое оборудование и кнопки" - 1 шт.; Стенд № 6 "Металлокорпуса для электрощитов" - 1 шт.; Специализированный учебно-научный комплекс интегрированных компьютерных систем - 1 шт.; Стенд № 3 "Силовые автоматические выключатели (ЕКF) - 1 шт.; Компьютер - 9 шт.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 (Учебный корпус №10), аудитория 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.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств / Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли / специализация «Программно-технические комплексы управления производственными процессами» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Профессор ОАР	Малышенко А.М.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения автоматизации и робототехники (протокол № 4а от «01» сентября 2020 г.).

Рук. Отделения ОАР



Доцент, к.т.н

Филипас А.А.