

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШИТР ТПУ

Д. М. Сонькин

«01» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Теория автоматического управления - 1

Направление подготовки/ специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли		
Специализация	Интеллектуальные системы автоматизации и управления		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	24	
	Практические занятия	24	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		80	
ИТОГО, ч		144	

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОАР
Зав. кафедрой - руководитель ОАР ИШИТР	А. А. Филипас		
Руководитель ООП	Е. И. Громаков		
Преподаватель	А. М. Малышенко		

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся по образовательной программе «Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли» (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.B1	Владеет опытом расчета систем автоматического управления, вещественным интерполяционным методом; технологией достижения робастности систем автоматического управления по перерегулированию; изменения узлов интерполирования как инструментом настройки решения уравнения синтеза регуляторов на заданные показатели качества; методики получения моделей систем управления и их элементов по экспериментальным данным
		ПК(У)-6.U1	Умееет получать модели в форме функций с вещественным аргументом функций изображений с вещественным аргументом по лапласовым изображениям, по переходным и импульсным переходным характеристикам; получать модели систем и их элементов в форме численных характеристик; составлять уравнения синтеза регуляторов систем автоматического управления; – решать итерационным методом уравнения синтеза регуляторов систем автоматического управления; обеспечивать в синтезированной системе автоматического управления робастность по перерегулированию
		ПК(У)-6.31	Знает способы получения математических моделей динамических систем и их элементов в форме функций изображений с вещественным аргументом; пути достижения свойств робастности исполнительных систем управления на основе применения математических моделей в форме функций с вещественным аргументом

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 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	ПК(У)-6
РД2	воспринимать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и	ПК(У)-6

	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.	
--	--	--

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. Основные понятия, определения и классификация систем автоматического управления	РД-1 РД-2	Лекции	8
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 2. Математические модели и типовые характеристики элементов и систем управления	РД-1 РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 3. Фундаментальные свойства управляемых объектов и систем	РД-1 РД-2	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 4. Установившиеся и переходные процессы в линейных системах управления. Синтез систем автоматического управления	РД-1 РД-2	Лекции	6
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные понятия, определения и классификация систем автоматического управления

Автоматические устройства и системы, их классификация по назначению. Управление и регулирование. Управляемые объекты и их классификация. Управляемые величины, управляющие и возмущающие воздействия в объектах управления. Системы неавтоматического, автоматического и автоматизированного управления. Обобщенная структурная схема систем управления.

Типовые задачи автоматического управления и регулирования: управление структурными связями в объекте, его алгоритмическим обеспечением, координатами, параметрами и свойствами. Автоматическая стабилизация, программное управление, автоматическое слежение, экстремальное регулирование, терминальное, финитное, противоаварийное и восстанавливающее управления. Формализованное описание задач управления и регулирования.

Основные принципы управления, используемые в САУ. Управление жесткое, по возмущению, по отклонению, игровое, дуальное, адаптивное, с моделью желаемого процесса; сферы их применения и сопоставительный анализ.

Классификация систем управления. Системы прямого и непрямого управления,

непрерывного и дискретного действия, с одномерными и многомерными по входам и выходам объектами управления. Системы связанного и несвязанного, зависимого и независимого управления. Системы с избыточной размерностью вектора управления. Обыкновенные, адаптивные и игровые системы.

Темы лекций:

1. Автоматические устройства и системы. Управляемые объекты. Системы неавтоматического, автоматического и автоматизированного управления. Обобщенная структурная схема систем управления.
2. Типовые задачи автоматического управления и регулирования. Автоматическая стабилизация, программное управление, автоматическое слежение, экстремальное регулирование, терминальное, финитное, противоаварийное и восстанавливающее управления. Формализованное описание задач управления и регулирования.
3. Основные принципы управления, используемые в САУ. Управление жесткое, по возмущению, по отклонению, игровое, дуальное, адаптивное, с моделью желаемого процесса; сферы их применения и сопоставительный анализ.
4. Классификация систем управления. Системы прямого и непрямого управления, непрерывного и дискретного действия, с одномерными и многомерными по входам и выходам объектами управления. Системы связанного и несвязанного, зависимого и независимого управления. Системы с избыточной размерностью вектора управления. Обыкновенные, адаптивные и игровые системы.

Темы практических занятий:

1. Типовые задачи и принципы управления.
2. Структурные схемы систем автоматического управления.

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование линейных динамических систем с использованием MatLab и Simulink (часть 1).
2. Моделирование линейных динамических систем с использованием MatLab и Simulink (часть 2).

Раздел 2. Математические модели и типовые характеристики элементов и систем управления

Возможные виды математических моделей элементов и систем управления. Непрерывные и дискретные; стационарные и нестационарные; линейные и нелинейные; статические и динамические; обыкновенные, логические и логико-обыкновенные системы; детерминированные и стохастические устройства и системы и их математические модели.

Обобщенное состояние и его использование для типизации математических моделей элементов и систем управления.

Типовые математические модели состояний и процессов в элементах и системах управления: в упорядоченной канонической форме; в форме «вход–выход»; в форме «вход-состояние-выход»; в форме передаточных функций и матриц. Типовые операторные, временные и частотные характеристики линейных обыкновенных стационарных систем. Построение и преобразование операторно-структурных схем САУ. Типовые звенья САУ.

Темы лекций:

5. Виды математических моделей элементов и систем управления. Обобщенное состояние и его использование для типизации математических моделей элементов и систем управления.
6. Типовые математические модели состояний и процессов в элементах и системах управления. Типовые операторные, временные и частотные характеристики линейных обыкновенных стационарных систем. Построение и преобразование операторно-

структурных схем САУ. Типовые звенья САУ.

Темы практических занятий:

1. Математические модели в системах автоматического управления.
2. Передаточные функции и матрицы линейных систем автоматического управления.
3. Типовые характеристики линейных объектов и систем управления.

Названия лабораторных работ:

3. Частотный анализ типовых звеньев САУ.
4. Исследование статических и динамических характеристик соединений звеньев.

Раздел 3. Фундаментальные свойства управляемых объектов и систем

Инерционность объектов и систем управления. Каузальность и память вход-выходных динамических систем, их квалитетрия и способы определения их количественных мер.

Управляемость, достижимость, наблюдаемость, восстанавливаемость и возмущаемость управляемых объектов и систем и их количественные меры.

Устойчивость динамических систем «в малом», «в большом» и «в целом». Асимптотическая устойчивость. Алгебраические и частотные критерии устойчивости линейных стационарных непрерывных систем. Критерии Гурвица, Рауса, Михайлова, Найквиста. Запасы устойчивости. Критические коэффициенты передачи систем. Критерии устойчивости систем с интервально-определенными параметрами.

Темы лекций:

7. Инерционность объектов и систем управления. Каузальность и память вход-выходных динамических систем, их квалитетрия и способы определения их количественных мер.
8. Управляемость, достижимость, наблюдаемость, восстанавливаемость и возмущаемость управляемых объектов и систем и их количественные меры.
9. Устойчивость динамических систем. Асимптотическая устойчивость. Методы оценки устойчивости систем.

Темы практических занятий:

1. Устойчивость линейных систем автоматического управления.
2. Анализ качества линейных систем управления.
3. Системы с переменными и интервально-определенными параметрами.

Названия лабораторных работ:

5. Исследование типовых установившихся режимов САУ.
6. Исследование устойчивости систем с обратной связью.

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

Статические режимы в линейных системах управления. Статическое и астатическое управление. Способы определения астатизма в линейных системах.

Установившиеся динамические режимы в линейных элементах и системах управления и способы их анализа. Нули линейных систем и их влияние на вход-выходные отображения.

Методы повышения точности линейных САУ в установившихся режимах. Инвариантность и ковариантность вход-выходных отображений в линейных системах управления, условия и способы их реализации.

Виды переходных процессов в элементах и системах управления. Типовые внешние воздействия на систему, типовые начальные условия и типовые временные характеристики элементов и систем управления.

Способы определения переходных процессов в линейных системах. Определение

переходной функции линейной системы по ее вещественной частотной характеристике. Прямые и косвенные оценки динамических свойств линейных систем и способы их определения.

Основные этапы синтеза САУ. Выбор принципов управления и алгоритмов управляющих устройств. Типовые регуляторы и корректирующие устройства, их применение в САУ.

Темы лекций:

10. Статические режимы в линейных системах управления. Способы определения астатизма в линейных системах. Установившиеся динамические режимы в линейных элементах и системах управления и способы их анализа.
11. Методы повышения точности линейных САУ в установившихся режимах. Инвариантность и ковариантность вход-выходных отображений в линейных системах управления, условия и способы их реализации. Виды переходных процессов в элементах и системах управления.
12. Способы определения переходных процессов в линейных системах. Прямые и косвенные оценки динамических свойств линейных систем и способы их определения. Основные этапы синтеза САУ. Выбор принципов управления и алгоритмов управляющих устройств. Типовые регуляторы и корректирующие устройства, их применение в САУ.

Темы практических занятий:

1. Синтез систем автоматического управления по логарифмическим частотным характеристикам.
2. Модальный синтез систем управления.
3. Цифровые системы автоматического управления.
4. Нелинейные системы автоматического управления.

Названия лабораторных работ:

7. Анализ качества переходных процессов в линейных САУ.
8. Коррекция статических и динамических свойств САУ.

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/2015/FN/fn->

[92.pdf](#) (дата обращения: 19.03.2018). – 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: 19.04.2018). – 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/2010/m207.pdf> (дата обращения: 21.04.2018). – 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: 21.04.2018). – 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: 21.04.2018). – 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 курс «Творческий проект» <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2130>
2. Автоматизированное планирование. URL: www.doodle.com
3. Интеллект-карты. URL: www.mindmeister.com
4. Управление идеями. URL: www.mind42.com
5. Совместное выполнение проектов. URL: www.trello.com
6. Профессиональное программное обеспечение для составления карт проекта. URL: www.xmind.net
7. Средство управления проектами в небольших компаниях. URL: www.basecamp.com

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

1. PEMOC
2. CLASSiC
3. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement;
4. Visual C++ Redistributable Package;
5. PDF-XChange Viewer;
6. Mozilla Public License 2.0;
7. MATLAB Full Suite R2020a TAI Concurrent;

8. MathType 6.9 Lite;
9. Mathcad Prime 6.0 Academic Floating;
10. K-Lite Codec Pack;
11. GNU Lesser General Public License 3;
12. GNU General Public License 2 with the Classpath Exception;
13. GNU General Public License 2;
14. Far Manager;
15. Chrome;
16. Berkeley Software Distribution License 2-Clause

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 (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; Компьютер - 1 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 (Учебный корпус №10), аудитория 106	Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Тумба стационарная - 2 шт.; Компьютер - 9 шт.

Рабочая программа составлена на основе образовательной программы 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств. Специализация «Интеллектуальные системы автоматизации и управления» (приём 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Профессор	А. М. Малышенко

Программа одобрена на заседании ОАР ИШИТР (протокол № 4а от 01 сентября 2020 г.).

Зав. кафедрой - руководитель ОАР ИШИТР,
к.т.н., доцент



(подпись)

А. А. Филипас