

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШИТР

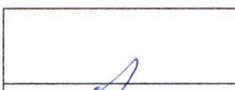
Сонькин Д.М.

«29» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

**ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ - 2**

|  |  |         |                        |
|--|--|---------|------------------------|
| Направление подготовки/<br>специальность   | 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств               |         |                        |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль))  | Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли |         |                        |
| Специализация  | Интеллектуальные системы автоматизации и управления                          |         |                        |
| Уровень образования  | высшее образование - бакалавриат   |         |                        |
| Курс   | 4  | семестр | 8                      |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)   | 6  |         |                        |
| Виды учебной деятельности  | Временной ресурс   |         |                        |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч   | Лекции   | 10      |                        |
|  | Практические занятия   | 6       |                        |
|  | Лабораторные занятия   | 6       |                        |
|  | ВСЕГО  | 22      |                        |
| Самостоятельная работа, ч  |  |         | 194                    |
| в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа) |  |         | <b>курсовая работа</b> |
| ИТОГО, ч   |  |         | 216                    |

| Вид промежуточной аттестации              | Экзамен, Диф. зачет   | Обеспечивающее подразделение   | ОАР          |
|---|---|--|--------------|
| Заведующий кафедрой –<br>руководитель ОАР |  |  | А.А. Филипас |
| Руководитель ООП                          |  |  | А.В. Воронин |
| Преподаватель                             |  |  | А.В. Воронин |

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.В2  | Владеет навыками анализа и синтеза САУ, 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.З2  | 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   | Уметь проводить анализ и синтез одноконтурных и многоконтурных непрерывных систем автоматического управления при разработке, производстве и эксплуатации автоматических систем с использованием современных инструментальных и программных средств       | ПК(У)-6     |
| РД2   | Иметь практические навыки работы с нелинейными и дискретными моделями технических объектов, опыт анализа и синтеза цифровых систем автоматического управления.   | ПК(У)-6     |
| РД3   | Уметь анализировать и обобщать 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. |
|---|--|---------------------------|-------------------|
| <b>Раздел (модуль 2).<br/>Параметрический синтез систем автоматического управления</b>      | РД-1<br>РД-3                                 | Лекции                    | <b>2</b>          |
|   |  | Практические занятия      | <b>2</b>          |
|   |  | Лабораторные занятия      | <b>6</b>          |
|   |  | Самостоятельная работа    | <b>94</b>         |
| <b>Раздел (модуль) 1. Нелинейные системы автоматического управления и методы их анализа</b> | РД-2<br>РД-3                                 | Лекции                    | <b>4</b>          |
|   |  | Практические занятия      | <b>2</b>          |
|   |  | Лабораторные занятия      | <b>0</b>          |
|   |  | Самостоятельная работа    | <b>50</b>         |
| <b>Раздел (модуль) 2. Дискретные системы автоматического управления</b>                     | РД-2<br>РД-3                                 | Лекции                    | <b>4</b>          |
|   |  | Практические занятия      | <b>2</b>          |
|   |  | Лабораторные занятия      | <b>0</b>          |
|   |  | Самостоятельная работа    | <b>50</b>         |

Содержание разделов дисциплины:

##### **Раздел 1. Параметрический синтез систем автоматического управления**

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

Пропорционально-дифференциально-интегральные (ПИД) регуляторы. Особенности применения ПИД регуляторов в системах управления техническими объектами. Методы параметрического синтеза ПИД регуляторов.

Частотный метод синтеза корректирующих устройств на основе асимптотических ЛАЧХ.

Модальный синтез регуляторов линейных автоматических систем.

##### **Темы лекций:**

1. ПИД регуляторы в системах автоматического управления.
2. Частотный синтез регуляторов на основе асимптотических ЛАЧХ.
3. Методология модального синтеза регуляторов..

##### **Темы практических занятий:**

1. Основные подходы к синтезу регуляторов систем автоматического управления.

##### **Названия лабораторных работ:**

1. Исследование методов настройки ПИД-регуляторов.
2. Синтез линейных САУ частотным методом.
3. Линеаризация динамических моделей в пакете Simulink.

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:**

4. Нелинейные системы автоматического управления и их типовые нелинейные характеристики.
5. Метод фазового пространства и его применение для анализа и синтеза нелинейных систем автоматического управления.
6. Анализ и синтез релейных систем автоматического регулирования методом фазового пространства.

**Темы практических занятий:**

1. Математическое описание состояний и процессов в нелинейных САУ.
2. Метод фазового пространства в исследованиях нелинейных САУ.

**Названия лабораторных работ:**

1. Линеаризация динамических моделей в пакете Simulink.

|  |
|--|
| <b>Раздел 2. Дискретные системы автоматического управления</b> |
|--|

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.

**Темы лекций:**

1. Импульсные и цифровые системы автоматического управления.
2. Математический аппарат описания и анализа импульсных и цифровых систем автоматического управления.
3. Передаточные функции и частотные характеристики линейных импульсных и цифровых систем автоматического управления.

**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.

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

К основным разделам курсовой работы относятся: - анализ модели неизменяемой части системы управления динамического объекта в форме системы линейных дифференциальных уравнений; - получение операторно-структурной схемы и расчет передаточной функции (матрицы) обобщенного объекта; - переход к линейной модели в форме уравнений состояния; - выбор структуры управления объектом в рамках заданных ограничений; - параметрический синтез модального регулятора на основе метода стандартных характеристик; - параметрический синтез модального регулятора по прямым показателям качества; - анализ точностных и динамических характеристик полученных замкнутых систем управления при

детерминированных входных воздействиях; - анализ грубости полученных систем к вариациям параметров регулятора.

## 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, и практическим 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

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

1. MatLab.
2. Microsoft Word 2013.
3. MathCad.

## 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)<br>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. |
|   | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)<br>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 (Учебный корпус №10), аудитория 106  | Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест;<br>Тумба стационарная - 2 шт.;<br>Компьютер - 9 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 / специализации Интеллектуальные системы автоматизации и управления (приема 2019 г., заочная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность  | Подпись | ФИО          |
|------------|---------|--------------|
| Доцент ОАР |         | Воронин А.В. |
|            |         |              |
|            |         |              |

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения автоматизации и робототехники (протокол от « 23 » 05 \_\_\_\_\_ 2019 г. №18).

Заведующий кафедрой – руководитель ОАР,  
к.т.н, доцент

\_\_\_\_\_/Филипас А.А./

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год               | Содержание /изменение  | Обсуждено на заседании<br>ОАР (протокол) |
|---------------------------|--|--|
| 2022/23<br>учебный<br>год | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Обновлены цели освоения дисциплины</li><li>2. Обновлены планируемые результаты обучения по дисциплине</li><li>3. Обновлено содержание разделов дисциплины</li><li>4. Обновлена аннотация рабочей программы дисциплины</li><li>5. Обновлены материалы в ФОС дисциплины</li></ol> | От 31.08.2022 г.<br>№ 16                 |