

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.

« 01 » 09 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очно-заочная**

**ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ - 1**

|                                                         |                                                                                 |         |    |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------|----|
| Направление подготовки/<br>специальность                | 15.03.04 Автоматизация технологических<br>процессов и производств               |         |    |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | Автоматизация технологических процессов и<br>производств в нефтегазовой отрасли |         |    |
| Специализация                                           | Интеллектуальные системы автоматизации и<br>управления                          |         |    |
| Уровень образования                                     | высшее образование - бакалавриат                                                |         |    |
|                                                         |                                                                                 |         |    |
| Курс                                                    | 4                                                                               | семестр | 7  |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 4                                                                               |         |    |
| Виды учебной деятельности                               | Временной ресурс                                                                |         |    |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                    | Лекции                                                                          |         | 10 |
|                                                         | Практические занятия                                                            |         | 6  |
|                                                         | Лабораторные занятия                                                            |         | 6  |
|                                                         | ВСЕГО                                                                           |         | 22 |
| Самостоятельная работа, ч                               |                                                                                 | 122     |    |
| ИТОГО, ч                                                |                                                                                 | 144     |    |

Вид промежуточной  
аттестации

**экзамен**

Обеспечивающее  
подразделение

**ОАР**

Заведующий кафедрой –  
руководитель ОАР  
Руководитель ООП

Преподаватель

А.А. Филипас

А.В. Воронин

А.В. Воронин

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 построения функциональных и структурных схем систем автоматического управления с использованием принципов управления по отклонению, возмущению, программного управления, а также структур комбинированного управления; имеет опыт построения инвариантных систем.                                                                             |
|                 |                                                                                                                                                  | ПК(У)-6.Y1                                                  | Умеет формировать модели объектов и систем управления в форме дифференциальных уравнений, передаточных функций, уравнений состояния и операторно-структурных схем, а также преобразовывать линейные модели из одной формы в другую; способен использовать для этого возможности средств автоматизированного проектирования и моделирования.                  |
|                 |                                                                                                                                                  | ПК(У)-6.31                                                  | Знает методы анализа временных и частотных характеристики систем автоматического управления; знаком с методами расчета устойчивых систем управления; технологиями достижения заданного качества, точности и робастности систем автоматического управления; способен использовать программные средства для решения задач анализа и синтеза систем управления. |

## 2. Место дисциплины 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 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Индикатор достижения компетенции |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                  |
| РД-1                                          | Знать основные типовые задачи и принципы управления. Уметь использовать типовые временные, операторные и частотные характеристики динамических свойств устройств и систем автоматического управления непрерывного типа. Знать типовые режимы работы систем автоматического управления и методы их анализа. | ПК(У)-6                          |
| РД-2                                          | Уметь получать математические модели статики и динамики систем автоматического управления (САУ), операторно-структурные схемы САУ; знать правила их построения и преобразования.                                                                                                                           | ПК(У)-6                          |
| РД-3                                          | Знать основные фундаментальные свойства управляемых объектов и систем, основные методы анализа устойчивости линейных стационарных динамических систем автоматического управления.                                                                                                                          | ПК(У)-6                          |
| РД-4                                          | Иметь опыт проектирования и настройки систем автоматического управления в соответствии с предъявляемыми к ним требованиями по точностным и динамическим свойствам.                                                                                                                                         | 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. Основные понятия, определения и классификация систем автоматического управления | РД-1<br>РД-2                                 | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                    |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      | 0                 |
|                                                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 20                |
| Раздел (модуль) 2. Математические модели и типовые характеристики элементов и систем управления    | РД-1<br>РД-2                                 | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                                    |                                              | Практические занятия      | 0                 |
|                                                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      | 0                 |
|                                                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 20                |
| Раздел (модуль) 3. Фундаментальные свойства управляемых объектов и систем                          | РД-1<br>РД-2                                 | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                    |                                              | Практические занятия      | 0                 |
|                                                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      | 0                 |
|                                                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 20                |
| Раздел (модуль) 4. Установившиеся и переходные процессы в линейных системах управления.            | РД-1<br>РД-2                                 | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                    |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                                                    |                                              | Лабораторные занятия      | 6                 |
|                                                                                                    |                                              | Самостоятельная работа    | 20                |

Содержание разделов дисциплины:

|                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Раздел 1. Основные понятия, определения и классификация систем автоматического управления</b></p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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. Управления 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.

##### Темы лекций:

1. Автоматические устройства и системы. Управляемые объекты. Системы неавтоматического, автоматического и автоматизированного управления. Обобщенная структурная схема систем управления. 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.

2. 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.

#### **Темы практических занятий:**

1. Типовые задачи и принципы управления.

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Моделирование линейных динамических систем с использованием MatLab и Simulink .

### **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.

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:**

1. Типовые операторные, временные и частотные характеристики линейных обыкновенных стационарных систем.
2. Построение и преобразование операторно-структурных схем САУ. Уравнения состояния. Типовые звенья САУ.

#### **Темы практических занятий:**

1. Передаточные функции, частотные характеристики и операторно-структурные схемы линейных систем автоматического управления.

### **Раздел 3. Фундаментальные свойства управляемых объектов и систем**

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, Михайлова, Найквиста. Запасы устойчивости. Критические коэффициенты передачи систем.

#### **Темы лекций:**

3. Устойчивость динамических систем. Асимптотическая устойчивость. Методы

оценки устойчивости систем.

**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.

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:**

1. Статические режимы в линейных системах управления. Способы определения астатизма в линейных системах. Методы повышения точности линейных САУ в установившихся режимах.

**Темы практических занятий:**

1. Методы повышения точности систем автоматического управления.

**Названия лабораторных работ:**

1. Частотный анализ типовых звеньев САУ.
2. Исследование статических и динамических характеристик соединений звеньев.
3. Анализ качества переходных процессов в линейных САУ.

**Тематика индивидуальных домашних заданий (ИДЗ)** - в качестве ИДЗ по первой части курса теории автоматического управления студентам предлагается разработать на уровне функциональной схемы систему автоматического регулирования для одного из динамических объектов.

К основным разделам ИДЗ относятся:

- разработка вариантов функциональных схем систем автоматического регулирования заданного технического объекта на основе принципов регулирования по отклонению и по возмущению, включающих устройство сравнения, исполнительный, усилительно-преобразовательный и информационно-измерительный блоки;
- описание принципа работы САР с анализом области применения и границ работоспособности предложенной схемы;
- выбор элементного состава исполнительного и информационно-измерительного блоков предложенной системы.

## **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**

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

1. MatLab
2. PEMOC
3. CLASSiC
4. Microsoft Word 2013

#### 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  | <p>415 106</p> <p><b>106-Компьютерный класс</b> Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 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 (EKF 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 (EKF) - 1 шт.;</p> <p>Компьютер - 9 шт. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; Visual C++ Redistributable Package; PDF-XChange Viewer; Mozilla Public License 2.0; MATLAB Full Suite R2020a TAN Concurrent; MathType 6.9 Lite; Mathcad Prime 6.0 Academic Floating; K-Lite Codec Pack; GNU Lesser General Public License 3; GNU General Public License 2 with the Classpath Exception; GNU General Public License 2; Far Manager; Chrome; Berkeley Software Distribution License 2-Clause</p> | 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 |
| 2. | <p>415 106</p> <p><b>106-Компьютерный класс</b> Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Тумба стационарная - 2 шт.; Информационный стенд № 1 - ДКС "Алюминиевые кабельные каналы" - 1 шт.; Стенд № 2 "Клеммное</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p>обеспечение автоматизированных систем" - 1 шт.; Стенд № 4 "Коммутационная модульная аппаратура (EKF 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 (EKF) - 1 шт.;</p> <p>Компьютер - 9 шт. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; Visual C++ Redistributable Package; PDF-XChange Viewer; Mozilla Public License 2.0; MATLAB Full Suite R2020a TAA Concurrent; MathType 6.9 Lite; Mathcad Prime 6.0 Academic Floating; K-Lite Codec Pack; GNU Lesser General Public License 3; GNU General Public License 2 with the Classpath Exception; GNU General Public License 2; Far Manager; Chrome; Berkeley Software Distribution License 2-Clause</p> |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

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 2020 г., очно-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. Обновлено цели освоения дисциплины</li><li>2. Обновлено планируемые результаты обучения по дисциплине</li><li>3. Обновлено содержание разделов дисциплины</li><li>4. Обновлено аннотация рабочей программы дисциплины</li><li>5. Обновлено материалы в ФОС дисциплины</li></ol> | От 31.08.2022 г.<br>№ 16                 |