

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Стахановский инженерно-педагогический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Кафедра электромеханики и транспортных систем



УТВЕРЖДАЮ:

Директор СИПИ (филиала)  
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»  
А.А. Авершин

(подпись)

« 21 » апреля 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»**

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение  
(по отраслям)

профиль «Горное дело. Электромеханическое оборудование, автоматизация  
процессов добычи полезных ископаемых и руд»

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория автоматического управления» по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям).

Рабочая программа учебной дисциплины «Теория автоматического управления» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 февраля 2018 года № 124(с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г., 27 февраля 2023 г.)

### СОСТАВИТЕЛИ:

канд.техн. наук, доцент Петров А.Г.

канд. психол. наук, доцент Авершин А.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электромеханики и транспортных систем «18» апреля 2023 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой

электромеханики и транспортных систем \_\_\_\_\_ А.Г. Петров

Переутверждена: «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_.

Переутверждена: «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Стахановского инженерно-педагогического института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» «4» апреля 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии

СИПИ (филиала) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля» \_\_\_\_\_  Н.В. Банник

## 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

**Цель изучения** дисциплины «Теория автоматического управления» – формирование теоретических основ и методологии проектирования систем управления горно-технологическими процессами и электромеханическими системами, усвоение студентами общих принципов и средств управления динамическими системами разной физической природы для формирования знаний и практических навыков относительно автоматизации процессов и технологических объектов горного производства.

**Задачи** изучения дисциплины «Теория автоматического управления»: изучение принципов построения автоматических систем управления, методы их анализа и синтеза; - приобретение навыков проводить аналитические и экспериментальные исследования процессов в разных САУ с использованием измерительных приборов для изучения особенностей технологических объектов горного производства с точки зрения их автоматизации, принципов и вариантов построения средств автоматизации, разработки критериев оценивания автоматических систем управления технологическим процессом за критериями экономической целесообразности и надежности, путей их усовершенствования.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина «Теория автоматического управления» входит в часть дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений.

Основывается на базе дисциплин: «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Электроника», «Основы горного дела», «Электрические машины», «Гидравлика и гидропривод», «Горные машины и оборудование».

Является основой для изучения следующих специальных дисциплин: «Электроснабжение и электрификация», «Основы эксплуатации горных машин», а также будет использоваться для курсового и дипломного проектирования.

## 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

| Код и наименование компетенции                                                                                                                              | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)                                                                                                                                                                                              | Перечень планируемых результатов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3. Эксплуатация стационарных компрессоров и турбокомпрессоров высокой производительности с приводом от различных двигателей; стационарных компрессоров и | ПК 3.1 – Производит обслуживание стационарных компрессоров, турбокомпрессоров высокой производительности и автоматизированных компрессорных станций<br><br>ПК 3.2 – Обеспечивает проведение работ по устранению неисправностей узлов и механизмов компрес- | <b>Знать:</b> - фундаментальные принципы построения систем управления, классификацию систем по основным алгоритмическим признакам и соответствующие алгоритмические схемы, достоинства и недостатки замкнутых и разомкнутых систем, роль обратной связи в системах управления; методику линеаризации статической характеристики отдельного элемента, запись уравнений статики и |

|                    |                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| турбокомпрессоров. | соров и вспомогательного оборудования компрессорных установок средней и высокой производительности | <p>динамики элемента в отклонениях; формы описания динамических свойств линейных одномерных элементов и систем управления: дифференциальное уравнение, временные характеристики (переходную и импульсную), передаточную функцию, частотные характеристики, их взаимосвязь; классификацию динамических звеньев по виду их передаточных функций, характерные особенности инерционных статических звеньев первого и второго порядков, интегрирующих и дифференцирующих звеньев;</p> <p><b>Уметь:</b> - составить по принципиальной схеме конкретной автоматической системы управления ее математическую модель в виде алгоритмической структурной схемы, определить передаточные функции отдельных конструктивных элементов и числовые значения параметров, входящих в эти передаточные функции, записать для линейной системы уравнение динамики и передаточные функции по задающему и возмущающим воздействиям;</p> <p><b>Владеть:</b>- методами анализа устойчивости и расчета показателей качества САУ; практическим опытом подбора и определения экономических условий для решения конкретных профессиональных задач; методами системного и критического мышления; методами синтеза систем автоматического управления реальными технологическими процессами.</p> |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы                                                                                        | Объем часов (зач. ед.)            |                    |                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------------|
|                                                                                                           | Очная форма                       | Очно-заочная форма | Заочная форма                     |
| <b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>                                                                     | <b>54</b><br><b>(1,5 зач. ед)</b> | -                  | <b>54</b><br><b>(1,5 зач. ед)</b> |
| <b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b><br><b>в том числе:</b>                            | <b>36</b>                         | -                  | <b>18</b>                         |
| Лекции                                                                                                    | 12                                | -                  | 6                                 |
| Семинарские занятия                                                                                       | -                                 | -                  |                                   |
| Практические занятия                                                                                      | 12                                | -                  | 6                                 |
| Лабораторные работы                                                                                       | 12                                | -                  | 6                                 |
| Курсовая работа (курсовой проект)                                                                         |                                   |                    |                                   |
| Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, группо-</i> |                                   | -                  |                                   |

|                                                                                                                                      |           |          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|-----------|
| <i>вые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.)</i> |           |          |           |
| <b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>                                                                                       | <b>18</b> | <b>-</b> | <b>36</b> |
| Форма аттестации                                                                                                                     | зачет     | -        | зачет     |

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

**Тема 1.** Введение и общие положения. Понятия автоматического управления, автоматического регулирования. Определение системы автоматического управления, системы автоматического регулирования. Алгоритм функционирования системы. Алгоритм управления (регулирования). Типовые линейные законы регулирования. Фундаментальные принципы управления (регулирования). Функциональная схема систем автоматического управления (САУ), основные функциональные элементы.

**Тема 2.** Методы математического описания элементов и систем автоматического управления. Понятие динамического звена. Порядок составления дифференциального уравнения звена. Стандартные формы записи дифференциального уравнения звена. Составление уравнения САУ по дифференциальным уравнениям звеньев. Передаточная функция динамического звена, системы автоматического управления. Структурные схемы САУ. Преобразование структурных схем САУ.

**Тема 3.** Характеристики типовых динамических звеньев линейных систем автоматического управления. Классификация звеньев. Простейшие звенья: пропорциональные, интегральные, дифференцирующие. Звенья первого порядка: инерционные, инерционно-дифференцирующие, форсирующие, инерционно-форсирующие. Звенья второго порядка: апериодические, колебательные.

**Тема 4.** Анализ устойчивости линейных систем автоматического управления. Основные понятия об устойчивости систем. Условия устойчивости линейных систем автоматического управления. Алгебраические критерии устойчивости: критерий Рауса, критерий Гурвица. Частотные критерии устойчивости: критерий Найквиста, критерий Михайлова.

**Тема 5.** Анализ качества управления линейных систем автоматического управления. Основные понятия о качестве управления. Прямые показатели качества переходных процессов систем автоматического управления. Косвенные показатели качества: корневые критерии качества САУ; частотные критерии качества САУ; интегральные критерии качества САУ.

**Тема 6.** Анализ систем автоматического управления в установившемся режиме. Статическое и астатическое регулирование. Статические характеристики типовых соединений звеньев. Статическая характеристика замкнутой линейной САУ. Погрешность САУ при медленно изменяющихся воздействиях.

**Тема 7.** Анализ промышленных систем автоматического управления. Одноконтурных систем автоматического управления по отклонению: составление функциональной схемы САУ из функционально-необходимых элементов; составление структурной схемы проектируемой САУ; математическое описание функциональных элементов схемы – представление их соответствующими динамическими звеньями; представление САУ как совокупности обобщенного объекта и регулятора; расчет параметров настройки типовых регуляторов.

**Тема 8.** Нелинейные системы автоматического управления. Понятие о нелиней-

ных системах и их особенностях. Типовые нелинейности и их характеристики. Описание периодического движения САУ. Описание затухающих и незатухающих колебаний. Описание аperiodического движения САУ. Анализ устойчивости и показатели качества нелинейных систем автоматического управления.

#### 4.3. Лекции

| № п/п     | Название темы                                                                                  | Объем часов |                    |               |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|---------------|
|           |                                                                                                | Очная форма | Очно-заочная форма | Заочная форма |
| 7 семестр |                                                                                                |             |                    |               |
| 1         | Тема 1. Введение и общие положения.                                                            | 1           |                    | 0,5           |
| 2         | Тема 2. Методы математического описания элементов и систем автоматического управления.         | 1           |                    | 0,5           |
| 3         | Тема 3. Характеристики типовых динамических звеньев линейных систем автоматического управления | 2           |                    | 1             |
| 4         | Тема 4. Анализ устойчивости линейных систем автоматического управления.                        | 2           |                    | 1             |
| 5         | Тема 5. Анализ качества управления линейных систем автоматического управления                  | 2           |                    | 1             |
| 6         | Тема 6. Анализ систем автоматического управления в установившемся режиме.                      | 2           |                    | 1             |
| 7         | Тема 7. Анализ промышленных систем автоматического управления.                                 | 1           |                    | 0,5           |
| 8         | Тема 8. Нелинейные системы автоматического управления.                                         | 1           |                    | 0,5           |
|           | Итого:                                                                                         | 12          |                    | 6             |

#### 4.4. Практические (семинарские) занятия

| № п/п | Название темы                                                                                                                                | Объем часов |                    |               |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|---------------|
|       |                                                                                                                                              | Очная форма | Очно-заочная форма | Заочная форма |
| 1     | 1                                                                                                                                            | 2           | 3                  | 4             |
| 1     | Составление дифференциального уравнения двигателя постоянного тока, управляемого по цепям обмотки якоря и обмотки возбуждения..              | 2           | -                  | 1             |
| 2     | Составление дифференциального уравнения системы автоматической стабилизации угловой скорости двигателя постоянного тока.                     | 2           | -                  | 1             |
| 3     | Построение структурных схем систем автоматического управления. Определение передаточных функций замкнутых систем автоматического управления. | 2           | -                  | 1             |
| 4     | Преобразование структурных схем систем автоматического управления. Передаточные функции САУ по задающему и возмущающему воздействиям.        | 2           | -                  | 1             |
| 5     | Расчет переходных процессов релейных систем автоматического регулирования.                                                                   | 2           | -                  | 1             |
| 6     | Прямые и корневые показатели качества переходных процессов систем автоматического управления.                                                | 2           | -                  | 1             |

|               |           |          |          |
|---------------|-----------|----------|----------|
| <b>Итого:</b> | <b>12</b> | <b>-</b> | <b>6</b> |
|---------------|-----------|----------|----------|

#### 4.5. Лабораторные работы

| № п/п | Название темы                                                                                                                               | Объем часов |                    |               |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|---------------|
|       |                                                                                                                                             | Очная форма | Очно-заочная форма | Заочная форма |
| 1     | 1                                                                                                                                           | 2           | 3                  | 4             |
| 1     | Исследование типовых линейных цепей.                                                                                                        | 2           |                    | 1             |
| 2     | Исследование динамических режимов двигателя постоянного тока с независимым возбуждением                                                     | 2           |                    | 1             |
| 3     | Исследования автоматизированной системы контроля (АСК) стабилизации скорости вращения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением | 2           |                    | 1             |
| 4     | Исследование законов регулирования промышленных объектов                                                                                    | 2           |                    | 1             |
| 5     | Трехпозиционное регулирование температурной нагревательной печи сопротивления                                                               | 2           |                    | 1             |
| 6     | Экспериментальная идентификация динамических характеристик теплового объекта управления                                                     | 2           |                    | 1             |
|       | <b>Всего:</b>                                                                                                                               | <b>12</b>   |                    | <b>6</b>      |

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

| № п/п | Название темы                                                                                  | Вид СРС                                                                               | Объем часов |                    |               |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|---------------|
|       |                                                                                                |                                                                                       | Очная форма | Очно-заочная форма | Заочная форма |
| 1     | Тема 1. Введение и общие положения.                                                            | Изучение лекций, подготовка к лабораторной и практической работе, проведение расчетов | 2           |                    | 4             |
| 2     | Тема 2. Методы математического описания элементов и систем автоматического управления.         | Изучение лекций, подготовка к лабораторной и практической работе, проведение расчетов | 2           |                    | 4             |
| 3     | Тема 3. Характеристики типовых динамических звеньев линейных систем автоматического управления | Изучение лекций, подготовка к лабораторной и практической работе, проведение расчетов | 2           |                    | 4             |
| 4     | Тема 4. Анализ устойчивости линейных систем автоматического управления.                        | Изучение лекций, подготовка к лабораторной и практической работе, проведение расчетов | 4           |                    | 6             |
| 5     | Тема 5. Анализ качества управления линейных систем автоматического управления                  | Изучение лекций, подготовка к лабораторной и практической работе, проведение расчетов | 2           |                    | 4             |

|               |                                                                          |                                                                                       |           |  |           |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|-----------|
| 6             | Тема 6. Анализ систем автоматического управления в установленном режиме. | Изучение лекций, подготовка к лабораторной и практической работе, проведение расчетов | 2         |  | 6         |
| 7             | Тема 7. Анализ промышленных систем автоматического управления.           | Изучение лекций, подготовка к лабораторной и практической работе, проведение расчетов | 2         |  | 4         |
| 8             | Тема 8. Нелинейные системы автоматического управления.                   | Изучение лекций, подготовка к лабораторной и практической работе, проведение расчетов | 2         |  | 4         |
| <b>Итого:</b> |                                                                          |                                                                                       | <b>18</b> |  | <b>36</b> |

#### **4.7. Курсовые работы/проекты.**

Не предусмотрено учебным планом.

### **5. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;

технологии проблемного обучения, направленные на развитие познавательной активности, творческой самостоятельности студентов и предполагающие последовательное и целенаправленное выдвижение перед студентом познавательных задач, разрешение которых позволяет студентам активно усваивать знания (используются поисковые методы; постановка познавательных задач);

технологии развивающего обучения, позволяющие ориентировать учебный процесс на потенциальные возможности студентов, их реализацию и развитие;

технологии активного (контекстного) обучения, с помощью которых осуществляется моделирование предметного, проблемного и социального содержания будущей профессиональной деятельности студентов (используются активные и интерактивные методы обучения) и т.д.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде; самостоятельная работа; проблемное обучение.

### **6. Формы контроля освоения дисциплины**

Промежуточная аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного/письменного экзамена (включает в себя ответы на теоретические вопросы и ответы на тестовые задания). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

| Шкала оценивания        | Характеристика знания предмета и ответов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Зачеты     |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| отлично (5)             | Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. | зачтено    |
| хорошо (4)              | Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.                                      |            |
| удовлетворительно (3)   | Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.                                    |            |
| неудовлетворительно (2) | Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.                           | не зачтено |

## 7. Учебно-методическое информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Кулаков Г.Т., Теория автоматического управления теплоэнергетическими процессами : учеб. пособие / Г.Т. Кулаков, А.Т. Кулаков, В.В. Кравченко, А.Н. Кухоренко, К.И. Артёменко, Ю.М. Ковриго, И.М. Голинко, Т.Г. Баган, А.С. Бунке - Минск: Выш. шк., 2017. - 238 с. - ISBN 978-985-06-2800-8 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850628008.html>

2. Аносов В.Н., Теория автоматического управления : учеб.-метод. пособие / Аносов В.Н. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. - 68 с. - ISBN 978-5-7782-3036-1 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента: [сайт]. - UR:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230361.html>

3. Гаврилов А.Н., Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы) : учеб. пособие / А.Н. Гаврилов, Ю.П. Барметов, А.А. Хвостов - Воронеж : ВГУИТ, 2016. - 243 с. - ISBN 978-5-00032-176-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785000321768.html>

### б) дополнительная литература:

1. Подчукаев В.А., Теория автоматического управления (аналитические методы) : Учеб. для вузов / Подчукаев В.А. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 392 с. - ISBN

5-9221-0445-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922104454.html>

2. Ким Д.П., Теория автоматического управления. Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы / К и м Д. П. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 440 с. - ISBN 978-5-9221-0858-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108584.html>

3. Петраков Ю.В., Теория автоматического управления технологическими системами : учебное пособие для студентов вузов / Петраков Ю.В., Драчев О.И. - М.: Машиностроение, 2008. - 336 с. - ISBN 978-5-217-03391-1 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785217033911.html>

4. Ким Д.П., Теория автоматического управления. Т. 1. Линейные системы / К и м Д. П. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 312 с. - ISBN 978-5-9221-0857-7 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108577.html>

5. Салихов З.Г., Теория автоматического управления. Линейные системы / З.Г. Салихов, А.В. Сириченко - М.: МИСиС, 2012. - 84 с. - ISBN 978-5-87623-632-6 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876236326.html>

6. Глазырин Г.В., Теория автоматического регулирования : учеб. пособие / Глазырин Г.В. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - 168 с. - ISBN 978-5-7782-2473-5 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224735.html>

7. Назаров В.И., Теория автоматического регулирования теплоэнергетических процессов. Практикум: учеб. пособие / В.И. Назаров - Минск: Выш. шк., 2015. - 215 с. - ISBN 978-985-06-2605-9 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850626059.html>

#### **в) методические указания:**

1. Конспект лекций по курсу «Теория автоматического управления» Сост.: Хаджиков Н.Р., Черный С.А.-Харьков: УИПА, 2008.-21 с.

2. Теория автоматического управления. Методические указания к выполнению лабораторных работ для специальности 6.010104.22 «Профессиональное образование. Электромеханическое оборудование, автоматизация процессов добычи полезных ископаемых и руд» / Сост.:Кухарев А.Л., Стаханов: СУНИГОТ, 2012.-59 с.

3. Методические указания к самостоятельной работе по курсу «Теория автоматического управления» Сост.: Хаджиков Н.Р., Черный С.А.-Харьков: УИПА, 2008.-21 с.

4.Методические указания к практическим работам по курсу «Теория автоматического управления» Сост.: Хаджиков Н.Р., Черный с.А. Харьков: УИПА. 2008.-65 с.

5. Контрольная работа по курсу «Теория автоматического управления» для студентов заочной формы обучения. Сост.: Хаджиков Н.Р., Черный С.А. Харьков: УИПА, 2008-15с.

**г) интернет-ресурсы:**

Министерство науки и высшего образования РФ – <https://minobrnauki.gov.ru/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

**Электронные библиотечные системы и ресурсы**

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

2. Электронная библиотека ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова» «МегаПро» <https://libweb.srspu.ru/MegaProWeb/Web>.

**Информационный ресурс библиотеки образовательной организации**

3. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины «Теория автоматического управления» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

| Функциональное назначение | Бесплатное программное обеспечение | Ссылки                                                                                                                                                                       |
|---------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Офисный пакет             | Libre Office 6.3.1                 | <a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a> |
| Операционная система      | UBUNTU 19.04                       | <a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a><br><a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>                             |
| Браузер                   | Firefox Mozilla                    | <a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>                                                                                      |
| Браузер                   | Opera                              | <a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>                                                                                                                      |
| Почтовый клиент           | Mozilla Thunderbird                | <a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>                                                                                    |
| Файл-менеджер             | Far Manager                        | <a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>                                                                                  |

|                      |                                       |                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Архиватор            | 7Zip                                  | <a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>                                                                                                                                                                                 |
| Графический редактор | GIMP (GNU Image Manipulation Program) | <a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a><br><a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a><br><a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a> |
| Редактор PDF         | PDFCreator                            | <a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>                                                                                                                                                       |
| Аудиоплеер           | VLC                                   | <a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>                                                                                                                                                                   |

## 9. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Теория автоматического управления»

| № п/п | Код контролируемой компетенции | Формулировка контролируемой компетенции                                                                                                                                  | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине) | Контролируемые темы учебной дисциплины, практики                                     | Этапы формирования (семестр изучения) |
|-------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1     | ПК-3.                          | Эксплуатация стационарных компрессоров и турбокомпрессоров высокой производительности с приводом от различных двигателей; стационарных компрессоров и турбокомпрессоров. | ПК 3.1<br>ПК 3.2                                              | Тема 1.<br>Тема 2.<br>Тема 3.<br>Тема 4.<br>Тема 5.<br>Тема 6.<br>Тема 7.<br>Тема 8. | 7                                     |

### Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

| № п/п | Код контролируемой компетенции                                                                                                                                               | Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Перечень планируемых результатов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Контролируемые темы учебной дисциплины                                               | Наименование оценочного средства                                                                         |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | ПК-3 Эксплуатация стационарных компрессоров и турбокомпрессоров высокой производительности с приводом от различных двигателей; стационарных компрессоров и турбокомпрессоров | <p>ПК 3.1 – Производство обслуживания стационарных компрессоров, турбокомпрессоров высокой производительности и автоматизированных компрессорных станций</p> <p>ПК 3.2 – Обеспечивает проведение работ по устранению неисправностей узлов и механизмов компрессоров и вспомогательного оборудования компрессорных установок средней и высокой производительности</p> | <b>Знать:</b> - фундаментальные принципы построения систем управления, классификацию систем по основным алгоритмическим признакам и соответствующие алгоритмические схемы, достоинства и недостатки замкнутых и разомкнутых систем, роль обратной связи в системах управления; методику линеаризации статической характеристики отдельного элемента, запись уравнений статики и динамики элемента в отклонениях; формы описания динамических свойств линейных одномерных элементов и систем управ- | Тема 1.<br>Тема 2.<br>Тема 3.<br>Тема 4.<br>Тема 5.<br>Тема 6.<br>Тема 7.<br>Тема 8. | Вопросы к контрольным работам, вопросы и задания к практическим и лабораторным работам, вопросы к зачету |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |  |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |  | <p>ления: дифференциальное уравнение, временные характеристики (переходную и импульсную), передаточную функцию, частотные характеристики, их взаимосвязь; классификацию динамических звеньев по виду их передаточных функций, характерные особенности инерционных статических звеньев первого и второго порядков, интегрирующих и дифференцирующих звеньев;</p> <p><b>Уметь:</b> - составить по принципиальной схеме конкретной автоматической системы управления ее математическую модель в виде алгоритмической структурной схемы, определить передаточные функции отдельных конструктивных элементов и числовые значения параметров, входящих в эти передаточные функции, записать для линейной системы уравнение динамики и передаточные функции по задающему и возмущающим воздействиям;</p> <p><b>Владеть:</b> - методами анализа устойчивости и расчета показателей качества САУ; практическим опытом подбора и определения экономических условий для решения конкретных профессиональных задач; методами системного и критического мышления; методами</p> |  |  |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|  |  |  |                                                                                  |  |  |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  |  | синтеза систем автоматического управления реальными технологическими процессами. |  |  |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------|--|--|

## Фонды оценочных средств по дисциплине «Теория автоматического управления»

### Вопросы для собеседования (устного опроса)

1. Постановка задачи автоматизации управления
2. Принципы автоматического управления.
3. Классификация систем автоматического управления (САУ).
4. Функциональная схема САУ.
5. Законы управления САУ.
6. Модели объектов и систем управления. Формы представления моделей.
7. Уравнения динамики и статики.
8. Передаточные функции непрерывных САУ.
9. Связность, размерность и порядок систем.
10. Уравнения состояния и выхода.
11. Особенности математического описания цифровых систем управления.
12. Режимы работы САУ и типовые воздействия.
13. Временные и частотные характеристики САУ.
14. Понятие элементарного динамического звена.
15. Основные характеристики и электронная модель усилительного звена.
16. Основные характеристики и электронная модель инерционного звена.
17. Основные характеристики и электронная модель интегрирующего звена.
18. Основные характеристики и электронная модель дифференцирующего звена.
19. Основные характеристики и электронная модель форсирующего звена.
20. Основные характеристики и электронная модель колебательного звена.
21. Структурные схемы САУ.
22. Правила преобразования структурных схем.
23. Уравнения динамики и основные передаточные функции одноконтурной САУ.
24. Структурные преобразования САУ.
25. Понятие об устойчивости линейных САУ.
26. Корневой критерий устойчивости.
27. Алгебраический критерий устойчивости.
28. Критерий устойчивости Михайлова.
29. Критерий устойчивости Найквиста.
30. Логарифмический критерий устойчивости.
31. Запасы устойчивости по фазе и амплитуде.
32. Показатели качества САУ.
33. Прямые и косвенные методы анализа качества САУ.
34. Интегральные оценки качества

35. Метод коэффициентов динамических ошибок
36. Классификация дискретных САУ. Виды квантования.
37. Основные функциональные элементы дискретных САУ.
38. Анализ качества переходного процесса.
39. Необходимость коррекции и ее виды.
40. Способы коррекции САУ
41. Введение производной в закон управления;
42. Введение интеграла в закон управления.
43. Синтез корректирующих устройств с помощью типовых ЛАЧХ.
44. Понятие нелинейной системы. Виды статических характеристик.
45. Особенности нелинейных САУ.
46. Метод линеаризации нелинейных характеристик.
47. Системы оптимального управления.
48. Системы адаптивного управления.

### **Критерии и шкала оценивания по оценочному средству собеседование (устный опрос)**

| Шкала оценивания | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                | Полно и аргументировано отвечает по содержанию вопроса. Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные. Излагает материал последовательно и правильно.                                 |
| 4                | Студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1...3 ошибки, которые сам же исправляет.                                                                                                                                                                                          |
| 3                | Студент обнаруживает знание и понимание основных положений вопроса, но: излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки. |
| 2                | Студент обнаруживает незнание ответа на вопрос, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал; отмечаются такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.             |

### **Задания к практическим занятиям и лабораторным работам**

1. Составить дифференциальное уравнение двигателя постоянного тока, управляемого по цепям обмотки якоря и обмотки возбуждения.
2. Составить дифференциальное уравнение системы автоматической стабилизации угловой скорости двигателя постоянного тока.

3. Построить структурных схем систем автоматического управления. Определить передаточные функции замкнутых систем автоматического управления.
4. Исследовать преобразование структурных схем систем автоматического управления и передаточные функции САУ по задающему и возмущающему воздействиям.
5. Рассчитать переходные процессы релейных систем автоматического регулирования.
6. Изучить прямые и корневые показатели качества переходных процессов систем автоматического управления.
7. Исследовать типичных линейных цепей.
8. Исследовать динамические режимы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
9. Исследовать автоматизированные системы управления (АСУ) стабилизации скорости вращения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
10. Исследовать законы регулирования промышленных объектов.
11. Исследовать трехпозиционное регулирование температуры нагревающей печи.
12. Исследовать экспериментальную идентификацию динамических характеристик теплового объекта управления.

### **Контрольные вопросы к практическим занятиям**

1. Перечислите основные этапы, выполнение которых необходимо для создания эффективной САУ.
2. Какова технологическая цель функционирования объекта, рассматриваемого на практическом занятии в качестве примера?
3. Что является возмущающим воздействием в примере, рассматриваемом на практическом занятии? Что является управляющим воздействием? Что является выходом объекта?
4. Что такое запаздывание?
5. Что такое период инерционности?
6. Что такое статический (установившийся) режим?
7. Зачем сглаживать кривые разгона, полученные экспериментально?
8. Какие методы сглаживания экспериментальных зависимостей Вы знаете?
9. Какова основная идея алгоритма скользящего среднего?
10. Почему число интервалов времени в алгоритме скользящего среднего должно быть четным?
11. Каковы рекомендации по выбору числа точек в «окне усреднения» при использовании алгоритма скользящего среднего?
12. Какова основная идея метода четвертых разностей?
13. Что является настраиваемым параметром метода четвертых разностей?
14. В каком случае метод скользящего среднего предпочтительнее метода четвертых разностей? В каком случае метод четвертых разностей предпочтительнее метода скользящего среднего?
15. Какие этапы нужно выполнить для идентификации динамической характеристики методом площадей?

16. Что такое многоконтурная система без перекрестных связей?
17. Что такое многоконтурная система с перекрестными связями?
18. Какова технология расчета общей передаточной функции САУ?
19. Как на структурных схемах САУ обозначаются звено сравнения, сумматор, узел (развилка)?
20. Как рассчитать передаточную функцию последовательно соединенных звеньев (если передаточная функция каждого звена известна)?
21. Как рассчитать передаточную функцию параллельно соединенных звеньев (если передаточная функция каждого звена известна)?
22. Как переносится сумматор по ходу и против хода сигнала при структурных преобразованиях САУ?
23. Как переносится узел (развилка) по ходу и против хода сигнала при структурных преобразованиях САУ?
24. Как переставляются узлы и сумматоры при структурных преобразованиях САУ?
25. В чем заключается принцип суперпозиции, используемый при составлении общей передаточной функции по одному из каналов САУ?
26. Сформулируйте необходимое и достаточное условие устойчивости САУ.
27. Зачем вводят дифференцирующую составляющую в линейный закон управления?
28. Каковы преимущества пропорционально-интегрально-дифференцирующего (ПИД) - закона управления?
29. Каковы недостатки ПИД - закона управления?
30. В каком случае следует рассматривать целесообразность использования ПИД-закона управления?
31. Какие линейные законы управления Вы знаете?
32. Зачем нужны более совершенные (по сравнению с линейными законами) алгоритмы управления?
33. Почему в общепромышленных регуляторах не используются различные комбинации кратных интегралов и производных высоких порядков, предусмотренные общей формой линейного закона управления?
34. Каким образом можно получить какой-либо линейный закон управления из обобщенной формы непрерывного ПИД-закона управления?
35. Какова цель введения нелинейностей в закон управления?
36. Какие типы нелинейных законов управления Вы знаете?
37. Что такое функциональные нелинейные законы управления?
38. Какие функциональные нелинейные законы управления называются статическими?
39. Какие функциональные нелинейные законы управления называются динамическими?
40. Что такое логические нелинейные законы управления?
41. Какова область применения логических регуляторов?
42. Что такое оптимизирующие нелинейные законы управления?
43. Что означает понятие «трубка Солодовникова»?
44. Что такое параметрические нелинейные законы управления?

### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «практическое занятие»

| Шкала оценивания | Критерий оценивания                                                                                                                                                                                           |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                | Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.) |
| 4                | Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)                                    |
| 3                | Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)                       |
| 2                | Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлено (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)                                                                                           |

### Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «лабораторная работа»

| Шкала оценивания | Критерий оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                | Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью, в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы, правильно выполнил анализ погрешностей, соблюдал требования безопасности труда.                                                                                                                           |
| 4                | Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыты провел в условиях и режимах, не обеспечивающих получение результатов и выводов с достаточной точностью, в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы, правильно выполнил анализ погрешностей, соблюдал требования безопасности труда, допускал незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы.                                               |
| 3                | Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью, в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения, соблюдал требования безопасности труда, допускал незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы. |
| 2                | Студент выполнил работу не в полном объеме, не сумел выбрать для опыта необходимое оборудование, опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно, в отчете были допущены множественные ошибки, не выполнил анализ погрешностей, не соблюдал требования безопасности труда, допускал ошибки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

### Вопросы к зачету

1. Место теории управления в системе наук об управлении объектами и процессами. Краткий исторический очерк из истории развития теории управления.
2. Основные законы регулирования ПИ- и ПИД-регулирования.
3. Критерии устойчивости линейных САУ. Критерий Рауса-Гурвица.
4. Типовые звенья САУ. Инерционное звено.
5. Соединения звеньев автоматики. Последовательное и параллельное соединения.
6. Критерии устойчивости линейных САУ. Критерий Михайлова.
7. Математическое описание объектов управления. Математические модели вход-выход. Понятие о передаточной функции. Статические и динамические характеристики. Частотные характеристики.
8. Типовые звенья САУ. Звено 2-го порядка. Случай комплексных сопряженных корней.
9. Метод Z-изображений при расчете импульсных САУ. Основные теоремы Z-преобразований.
10. Понятие, расшифровка и определение КЧХ (АЧХ), АЧХ, ФЧХ, МЧХ, ВЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ.
11. Устойчивость линейных САУ. Критерий Вышнеградского.
12. Выбор типа регуляторов и определение оптимальных параметров настроек.
13. Типовые звенья САУ. Пропорциональное и дифференцирующее звенья.
14. Встречно-параллельное соединение звеньев. Обратные связи, их виды, достоинства и недостатки.
15. Импульсные САУ. Общие понятия. Импульсные фильтры.
16. Типовые звенья САУ. Интегрирующее звено.
17. Одноемкостный объект с самовыравниванием и П-регулятором.
18. Математическое описание импульсных САУ. Разностные уравнения и их решение.
19. Типовые звенья САУ. Интегро-дифференцирующее звено ( $t > 1$ ,  $t < 1$ ).
20. Критерии устойчивости линейных САУ. Критерий Найквиста.
21. Нелинейные САУ. Характеристики нелинейных элементов. Особенности поведения нелинейных САУ. Обзор методов расчета нелинейных систем.
22. Типовые звенья САУ. Реальное (инерционно-дифференцирующее) дифференцирующее звено.
23. Основные законы регулирования П-, И-, ПИ-регулирования.
24. Критерий абсолютной устойчивости нелинейных систем Попова.
25. Типовые звенья САУ. Форсирующее и запаздывающее звенья.
26. Соединения звеньев автоматики. Последовательное, параллельное и встречно-параллельное соединения звеньев.
27. Методы расчета нелинейных САУ. Метод кусочно-линейной аппроксимации.
28. Типовые звенья САУ. Аперiodическое звено 2-го порядка.

29. Реальные импульсные фильтры. Амплитудно-импульсный модулятор.
30. Случайные сигналы и их характеристики. Прохождение случайных сигналов через линейные звенья.
31. Типовые звенья САУ. Звено 2-го порядка (корни вещественные и равные, корни чисто мнимые).
32. Построение областей устойчивости по одному параметру. Метод Д-разбиения.
33. дискретные системы. Импульсные фильтры. Решетчатые функции.
34. Методы расчета переходных процессов в линейных системах управления. Точные и приближенные методы (обзор с примерами).
35. Законы регулирования П-, И-, ПИ-, ПД- и ПИД-регулирования.
36. Частотные характеристики и критерии устойчивости импульсных САУ.
37. Основные показатели качества регулирования.
38. Синтез линейных систем управления. Корректирующее звено. Последовательная и параллельная коррекции.
39. Анализ и элементы синтеза стохастических систем при стационарных случайных воздействиях.
40. Интегральные оценки качества регулирования.
41. Одноемкостной объект с самовыравниванием и И-регулятором.
42. Задачи оптимального управления и критерии оптимальности.
43. Ошибки регулирования по задающему воздействию.
44. Переходные процессы в импульсных системах управления.
45. Системы управления, оптимальные по быстродействию, по расходам энергии и ресурсов.
46. Ошибки регулирования по возмущающему воздействию.
47. Методы расчета нелинейных САУ. Метод фазовых портретов.
48. Понятие об адаптивном управлении.
49. Построение областей устойчивости линейных систем по одному параметру.
50. Методы расчета нелинейных САУ. Метод гармонической линеаризации.
51. Одноемкостной объект с самовыравниванием и ПИ-регулятором (корни вещественные и равные).
52. Объекты регулирования и их характеристики. Емкость и коэффициент емкости, время разгона, запаздывания. Объекты одно- двух- и многоемкостные.
53. Реальные импульсные фильтры. Экстраполятор нулевого порядка.
54. методы расчета нелинейных систем. Метод гармонического баланса.
55. Экспериментальные методы определения параметров передаточных функций объектов управления.
56. Критерии устойчивости импульсных систем.
57. Оценка поведения нелинейных систем по фазовым портретам. Метод изоклин.
58. Построение кривой разгона по импульсной переходной характеристике.
59. Применение метода гармонической линеаризации при расчете амплитуды и частоты автоколебаний в нелинейной системе управления.
60. Устойчивость импульсных систем. Критерий устойчивости.

61. Одноемкостной объект с самовыравниванием и ПИ-регулятором (корни комплексные и сопряженные).
62. Законы регулирования П-, И-, ПИ-, и ПИД- регулирования.
63. Критерий абсолютной устойчивости нелинейных систем Попова.
64. Основные показатели качества регулирования в линейных САУ.
65. Устойчивость линейных систем. Критерий устойчивости. Повышение устойчивости.
66. Задачи оптимального управления. Системы управления, оптимальные по быстродействию, по расходам ресурсов и энергии.
67. Переходные процессы в импульсных системах. Качество работы импульсных СУ.
68. Устойчивость нелинейных систем. Первый и второй методы Ляпунова. Частотный метод исследования абсолютной устойчивости.
69. Понятие об адаптивном управлении.
70. Показатели качества регулирования в линейных САУ.
71. Фазовые портреты нелинейных систем. Фазовая скорость. Оценка поведения нелинейных систем по фазовому портрету.
72. Критерий устойчивости линейных систем. Критерий Найквиста.
73. Устойчивость линейных систем. Критерии устойчивости. Логарифмический критерий устойчивости.
74. Построение переходной функции по вещественной частотной характеристике. Метод трапеций.
75. Методы расчета нелинейных систем. Метод кусочно-линейной аппроксимации (метод припасовок).

### **Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации «зачёт»**

| Шкала оценивания      | Характеристика знания предмета и ответов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Зачеты  |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| отлично (5)           | Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. | зачтено |
| хорошо (4)            | Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.                                      |         |
| удовлетворительно (3) | Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30%                                                                 |         |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|                            | ошибок в излагаемых ответах.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |
| неудовлетворительно<br>(2) | Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы. | не зачтено |

## Лист изменений и дополнений

| №<br>п/п | Виды дополнений и изменений | Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения | Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами) |
|----------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|          |                             |                                                                                                                  |                                                                      |
|          |                             |                                                                                                                  |                                                                      |
|          |                             |                                                                                                                  |                                                                      |
|          |                             |                                                                                                                  |                                                                      |