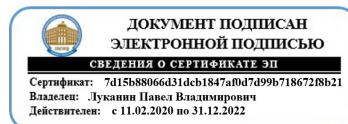


УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.Б.15**

(индекс дисциплины)

**Теория автоматического управления**

(Наименование дисциплины)

Кафедра:

**30**

Код

Автоматизированного электропривода и электротехники

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль подготовки: **Электропривод и автоматика**

Уровень образования: **бакалавриат**

### План учебного процесса

| Составляющие учебного процесса                                                                                      |                          | Очное обучение | Очно-заочное обучение | Заочное обучение |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------|-----------------------|------------------|
| Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы) | Всего                    | <b>288</b>     |                       | <b>288</b>       |
|                                                                                                                     | Аудиторные занятия       | <b>122</b>     |                       | <b>32</b>        |
|                                                                                                                     | Лекции                   | 35             |                       | 8                |
|                                                                                                                     | Лабораторные занятия     | 35             |                       | 8                |
|                                                                                                                     | Практические занятия     | 52             |                       | 16               |
|                                                                                                                     | Самостоятельная работа   | 94             |                       | 238              |
|                                                                                                                     | Промежуточная аттестация | <b>72</b>      |                       | <b>18</b>        |
| Формы контроля по семестрам (номер семестра)                                                                        | Экзамен                  | 4,5            |                       | 5,6              |
|                                                                                                                     | Зачет                    |                |                       |                  |
|                                                                                                                     | Контрольная работа       |                |                       | 5                |
|                                                                                                                     | Курсовая работа          | 5              |                       | 6                |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>                                                             |                          | <b>8</b>       |                       | <b>8</b>         |

| Форма обучения: | Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам |   |   |          |          |          |   |   |   |    |
|-----------------|---------------------------------------------------------|---|---|----------|----------|----------|---|---|---|----|
|                 | 1                                                       | 2 | 3 | 4        | 5        | 6        | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Очная           |                                                         |   |   | <b>3</b> | <b>5</b> |          |   |   |   |    |
| Очно-заочная    |                                                         |   |   |          |          |          |   |   |   |    |
| Заочная         |                                                         |   |   |          | <b>4</b> | <b>4</b> |   |   |   |    |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным  
государственным образовательным стандартом высшего образования  
по направлению подготовки 130302 Электроэнергетика и электротехника

На основании учебных планов №                   b130302-3\_20  
                                                                                  z130302-3\_20

---

Кафедра-разработчик: Автоматизированного электропривода и электротехники

Заведующий кафедрой: Благодарный Н.С.

### **СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра: Автоматизированного электропривода и электротехники

Заведующий кафедрой: Благодарный Н.С.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

# 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая ☐ Обязательная ☐ Дополнительно ☐  
 является факультативом ☐  
 Вариативная ☒ По выбору ☐

## 1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося области теории автоматического управления, позволяющие осуществлять анализ и синтез систем автоматического управления.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Изучить принципы построения и структуру систем автоматического управления (САУ).
- Рассмотреть основные методы получения моделей звеньев и динамических систем.
- Освоить методы анализа и синтеза САУ

## 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Код компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Формулировка компетенции                                                                                                                                                                                                                          | Этап формирования |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| ОПК- 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач                                                         | 2                 |
| <b>Планируемые результаты обучения</b><br>Знать:<br>1) теоретические и экспериментальные методы построения моделей элементов САУ;<br>2) основные формы записи моделей систем: однородные дифференциальные уравнения, уравнения в форме пространства состояния, передаточные функции.<br><br>Уметь:<br>1) использовать физико -математический аппарат при построении моделей элементов САУ;<br>2) переходить от одной формы записи к другой;<br>3) проводить экспериментальные исследования с целью получения характеристик моделей в частной и временной областях.<br><br>Владеть:<br>1) методами оценки точности и качества работы систем, анализом устойчивости<br>2) навыками работы с современными компьютерными программами при моделировании САУ |                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |
| ПК- 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | способностью принять участие в проектировании объектов профессиональной деятельности, в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования. | 2                 |
| <b>Планируемые результаты обучения</b><br>Знать:<br>1) принципы построения САУ;<br>2) методы анализа устойчивости и качества работы САУ.<br><br>Уметь:<br>1) использовать методы повышения точности, качества и запаса устойчивости;<br>2) применять методы синтеза систем, помощью временных и частотных характеристик, корневыми методами.<br><br>Владеть:<br>1) навыками работы с современными глобальными информационными системами;<br>2) основными методами проектирования САУ.                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |
| ПК- 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | готовностью обеспечивать требуемые режимы и                                                                                                                                                                                                       | 1,2               |

| Код компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Формулировка компетенции                                           | Этап формирования |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | заданные параметры технологического процесса по заданной методике. |                   |
| <b>Планируемые результаты обучения</b><br>Знать:<br>1)основные типовые схемы технологических объектов отрасли, структуры и функции технологических процессов и оборудования;<br>2)способы анализа качества управления технологическими процессами для их реализации как объектов профессиональной деятельности.<br><br>Уметь:<br>1)выбирать технические и программные средства для данной функциональной системы, рассчитывать основные качественные показатели системы управления.<br><br>Владеть:<br>1)навыками анализа технологических процессов как объектов управления и выбора функциональных схем их автоматизации. |                                                                    |                   |

**1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:**

- Математика (ОПК-2)
- Физика (ОПК-2)
- Химия (ОПК-2)
- Теоретическая механика (ОПК-2)
- Инженерная графика (ОПК-2)
- Общая энергетика (ПК-3)
- Учебная практика (ПК-3)

**2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

| Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля                                                                                                                                                                                                    | Объем (часы)   |                       |                  |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|------------------|------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                   | очное обучение | очно-заочное обучение | заочное обучение | заочное обучение |
| <b>Учебный модуль 1. Общие сведения о системах автоматического управления.</b>                                                                                                                                                                                    |                |                       |                  |                  |
| Тема 1. Основные понятия .<br>Краткая история ТАУ. Примеры САУ. Принципиальные и функциональные схемы. Основные функциональные элементы и структура САУ                                                                                                           | 2              |                       |                  | 17               |
| Тема 2. Методы получения моделей элементов САУ.<br>Получение статических и динамических характеристик экспериментальными и аналитическими методами.                                                                                                               | 2              |                       |                  | 14               |
| <b>Текущий контроль 1.</b> Устный опрос.                                                                                                                                                                                                                          | 1              |                       |                  |                  |
| <b>Учебный модуль 2. Линейные системы и их характеристики.</b>                                                                                                                                                                                                    |                |                       |                  |                  |
| Тема 3. Формы записи моделей линейных систем.<br>Однородные дифференциальные уравнения. передаточные функции<br>Уравнения состояния. Преобразование Лапласа и его свойства. Переход от дифференциального уравнения к передаточной функции и уравнениям состояния. | 11             |                       |                  | 17               |
| Тема 4. Временные характеристики.<br>Переходная и весовая функции. Использование преобразования Лапласа для определения временных характеристик. Метод неопределенных множителей. Формулы Хевисайда.                                                              | 8              |                       |                  | 15               |
| Тема 5. Частотные характеристики.<br>Преобразование Фурье. Амплитудно-частотные и фазо-частотные характеристики. Амплитудно-фазовые характеристики.                                                                                                               | 14             |                       |                  | 20               |
| Тема 6. Типовые динамические звенья и их характеристики.<br>Позиционные , интегрирующие и дифференцирующие звенья.                                                                                                                                                | 12             |                       |                  | 13               |
| <b>Текущий контроль 2</b> Защита лабораторных работ.                                                                                                                                                                                                              | 1              |                       |                  |                  |
| <b>Учебный модуль 3. Методы анализа линейных систем.</b>                                                                                                                                                                                                          |                |                       |                  |                  |

| Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля                                                                                                                                                                                                                                                   | Объем (часы)   |                       |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | очное обучение | очно-заочное обучение | заочное обучение |
| Тема 7. Устойчивость линейных систем.<br>Понятие устойчивости . Корневые методы оценки устойчивости. Частотные методы оценки устойчивости. Понятие запаса устойчивости.                                                                                                                                          | 8              |                       | 23               |
| Тема 8. Качество работы САУ.<br>Оценка качества работы системы по переходной характеристике. Корневые и частотные методы оценки качества. Точность работы САУ.<br>Понятие ошибки по положению, по скорости и ускорению. Понятие астатизма системы. Оценка астатизма по передаточной функции разомкнутой системы. | 11             |                       | 12               |
| <b>Текущий контроль 3. Защита лабораторных работ.</b>                                                                                                                                                                                                                                                            | 2              |                       |                  |
| <b>Текущий контроль . Контрольная работа</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                       | 4                |
| <b>Промежуточная аттестация по дисциплине. Экзамен</b>                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>36</b>      |                       | <b>9</b>         |
| <b>Учебный модуль 4. Методы повышения точности и качества. Синтез САУ.</b>                                                                                                                                                                                                                                       |                |                       |                  |
| Тема 9. Повышение точности работы систем.<br>Управление по возмущению. Теория инвариантности и комбинированное управление.                                                                                                                                                                                       | 18             |                       | 17               |
| Тема 10. Улучшение качества работы систем.<br>Последовательные и параллельные корректирующие звенья. Типовые законы управления.                                                                                                                                                                                  | 18             |                       | 17               |
| Тема 11.Корневой метод синтеза САУ.<br>Понятие характеристического полинома замкнутой системы. Нули и полюса передаточной функции замкнутой системы. Карта нулей и полюсов. Оценка качества работы системы по карте нулей и полюсов. Понятие корневого гадографа.                                                | 22             |                       | 14               |
| Тема 12. Синтез систем с помощью логарифмических амплитудно- частотных характеристик( ЛАЧХ )<br>Показатель колебательности. Влияние порядка астатизма на вид ЛАЧХ. Построение ЛАЧХ с учетом заданного показателя колебательности                                                                                 | 20             |                       | 20               |
| <b>Текущий контроль 4. Защита лабораторных работ.</b>                                                                                                                                                                                                                                                            | 2              |                       |                  |
| <b>Учебный модуль 5. Дискретные системы управления.</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                       |                  |
| Тема 13 Импульсные системы.<br>Амплитудно- импульсная модуляция. Широтно- импульсная модуляция. Разностные уравнения.Z-преобразование. Дискретная передаточная функция. Устойчивость и качество импульсных систем.                                                                                               | 12             |                       | 18               |
| Тема 14. Цифровые системы управления.<br>Цепочка преобразования сигналов в цифровых системах управления. Квантование сигналов по времени и уровню. Понятие фиксатора. Переход от непрерывной модели объекта с фиксатором нулевого порядка к дискретной модели.                                                   | 12             |                       | 15               |
| <b>Текущий контроль 5. Устный опрос.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2              |                       |                  |
| <b>Учебный модуль 6. Нелинейные системы управления.</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |                |                       |                  |
| Тема 15 Общие понятия о нелинейных системах.<br>Виды нелинейных элементов. Классификация нелинейных систем. Релейные системы.                                                                                                                                                                                    | 12             |                       | 12               |
| Тема 16. Анализ работы нелинейных систем.<br>Метод фазовой плоскости. Гармоническая линеаризация нелинейных систем.                                                                                                                                                                                              | 14             |                       | 14               |
| <b>Текущий контроль 6. Устный опрос.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2              |                       |                  |
| <b>Текущий контроль. Курсовая работа</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>10</b>      |                       | <b>8</b>         |
| <b>Промежуточная аттестация по дисциплине. Экзамен</b>                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>36</b>      |                       | <b>9</b>         |
| <b>ВСЕГО:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>288</b>     |                       | <b>288</b>       |

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

| Номера изучаемых тем | Очное обучение |              | Очно-заочное обучение |              | Заочное обучение |              |
|----------------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
|                      | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра        | Объем (часы) | Номер семестра   | Объем (часы) |
| 1                    | 4              | 2            |                       |              | 5                |              |
| 2                    | 4              | 2            |                       |              | 5                | 1            |

| Номера<br>изучаемых тем | Очное обучение    |                 | Очно-заочное обучение |                 | Заочное обучение  |                 |
|-------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|                         | Номер<br>семестра | Объем<br>(часы) | Номер<br>семестра     | Объем<br>(часы) | Номер<br>семестра | Объем<br>(часы) |
| 3                       | 4                 | 3               |                       |                 | 5                 |                 |
| 4                       | 4                 | 2               |                       |                 | 5                 | 1               |
| 5                       | 4                 | 2               |                       |                 | 5                 | 1               |
| 6                       | 4                 | 2               |                       |                 | 5                 |                 |
| 7                       | 4                 | 2               |                       |                 | 5                 | 1               |
| 8                       | 4                 | 2               |                       |                 | 5                 |                 |
| 9                       | 5                 | 2               |                       |                 | 6                 |                 |
| 10                      | 5                 | 2               |                       |                 | 6                 |                 |
| 11                      | 5                 | 2               |                       |                 | 6                 | 1               |
| 12                      | 5                 | 2               |                       |                 | 6                 |                 |
| 13                      | 5                 | 2               |                       |                 | 6                 | 1               |
| 14                      | 5                 | 2               |                       |                 | 6                 |                 |
| 15                      | 5                 | 2               |                       |                 | 6                 | 1               |
| 16                      | 5                 | 4               |                       |                 | 6                 | 1               |
| <b>ВСЕГО:</b>           |                   | <b>35</b>       |                       |                 |                   | <b>8</b>        |

### 3.2. Практические занятия

| Номера<br>изучаемых<br>тем | Наименование<br>и форма занятий          | Очное обучение        |                 | Очно-заочное<br>обучение |                 | Заочное<br>обучение   |                 |
|----------------------------|------------------------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
|                            |                                          | Номер<br>семест<br>ра | Объем<br>(часы) | Номер<br>семест<br>ра    | Объем<br>(часы) | Номер<br>семест<br>ра | Объем<br>(часы) |
| 3                          | Формы записи моделей линейных систем     | 4                     | 8               |                          |                 | 5                     | 1               |
| 4                          | Временные характеристики                 | 4                     | 4               |                          |                 | 5                     | 1               |
| 5                          | Частотные характеристики                 | 4                     | 10              |                          |                 | 5                     | 1               |
| 6                          | Преобразование структурных схем          | 4                     | 4               |                          |                 | 5                     | 1               |
| 7                          | Исследование устойчивости САУ            | 4                     | 4               |                          |                 | 5                     | 1               |
| 8                          | Исследование точности САУ                | 4                     | 2               |                          |                 | 5                     |                 |
| 8                          | Оценка качества САУ                      | 4                     | 2               |                          |                 | 5                     | 1               |
| 9                          | Принципы построения САУ                  | 5                     | 4               |                          |                 | 6                     | 3               |
| 10                         | Корректирующие звенья                    | 5                     | 4               |                          |                 | 6                     | 2               |
| 11                         | Синтез САУ с помощью корневого годографа | 5                     | 4               |                          |                 | 6                     | 3               |
| 12                         | Синтез САУ с помощью ЛАЧХ                | 5                     | 6               |                          |                 | 6                     | 2               |
| <b>ВСЕГО:</b>              |                                          |                       | <b>52</b>       |                          |                 |                       | <b>16</b>       |

### 3.3. Лабораторные занятия

| Номера<br>изучаемых<br>тем | Наименование<br>лабораторных занятий                 | Очное обучение        |                 | Очно-заочное<br>обучение |                 | Заочное<br>обучение   |                 |
|----------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
|                            |                                                      | Номер<br>семест<br>ра | Объем<br>(часы) | Номер<br>семест<br>ра    | Объем<br>(часы) | Номер<br>семест<br>ра | Объем<br>(часы) |
| 3                          | Моделирование систем при различных формах записи     | 4                     | 2               |                          |                 | 5                     | 1               |
| 4                          | Временные характеристики динамических звеньев        | 4                     | 2               |                          |                 | 5                     |                 |
| 5                          | Частотные характеристики динамических звеньев        | 4                     | 2               |                          |                 | 5                     |                 |
| 6                          | Позиционные динамические звенья.                     | 4                     | 2               |                          |                 | 5                     | 1               |
| 6                          | Интегрирующие и дифференцирующие динамические звенья | 4                     | 4               |                          |                 | 5                     | 1               |

| Номера изучаемых тем | Наименование лабораторных занятий                                | Очное обучение |              | Очно-заочное обучение |              | Заочное обучение |              |
|----------------------|------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
|                      |                                                                  | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра        | Объем (часы) | Номер семестра   | Объем (часы) |
| 7                    | Исследование устойчивости замкнутых САУ                          | 4              | 2            |                       |              | 5                |              |
| 8                    | Исследование качества работы замкнутых САУ                       | 4              | 3            |                       |              | 5                | 1            |
| 9                    | Расчет корректирующих звеньев при комбинированном управлении     | 5              | 4            |                       |              | 6                | 1            |
| 10                   | Выбор параметров регуляторов со стандартными законами управления | 5              | 4            |                       |              | 6                | 1            |
| 11                   | Синтез систем с помощью метода корневого гадюграфа               | 5              | 4            |                       |              | 6                | 1            |
| 12                   | Синтез систем с помощью ЛАЧХ                                     | 5              | 6            |                       |              | 6                | 1            |
| <b>ВСЕГО:</b>        |                                                                  |                | <b>35</b>    |                       |              |                  | <b>8</b>     |

#### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

##### 4.1. Цели и задачи курсовой работы

Целью курсовой работы является анализ и синтез системы автоматического управления (САУ).

При выполнении курсовой работы решаются следующие задачи:

- составление функциональной схемы управления на базе принципиальной схемы;
- получение математических моделей элементов и устройств системы, составление и преобразование структурной схемы;
- исследование устойчивости;
- параметрический синтез регулятора;
- анализ точности и качества работы системы.

##### 4.2. Тематика курсовой работы

Анализ и синтез системы стабилизации числа оборотов двигателя постоянного тока с различными исходными данными.

##### 4.3. Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы

Работа выполняется в соответствии с индивидуальным заданием, с использованием специального программного обеспечения.

Результаты представляются в виде пояснительной записки, объемом 30-40 листов, содержащего следующие обязательные элементы:

Принципиальные электрические, функциональные и структурные схемы системы управления и их описание.

Теоретические описания, связанные с анализом и синтезом систем.

Результаты анализа модели объекта по каналам управления и возмущения.

Результаты параметрического синтеза регулятора САУ.

Оценку качества и точности работы системы.

#### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

| Номера учебных модулей, по которым проводится контроль | Форма контроля знаний | Очное обучение |        | Очно-заочное обучение |        | Заочное обучение |        |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|----------------|--------|-----------------------|--------|------------------|--------|
|                                                        |                       | Номер семестра | Кол-во | Номер семестра        | Кол-во | Номер семестра   | Кол-во |
| 1                                                      | Устный опрос          | 4              | 1      |                       |        |                  |        |
| 5,6                                                    |                       | 5              | 2      |                       |        |                  |        |
| 2,3                                                    | Защита лабораторных   | 4              | 2      |                       |        |                  |        |

|     |                    |   |   |  |  |   |   |
|-----|--------------------|---|---|--|--|---|---|
| 4   | работ              | 5 | 1 |  |  |   |   |
| 1-3 | Контрольная работа |   |   |  |  | 5 | 1 |

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

| Виды самостоятельной работы обучающегося | Очное обучение |              | Очно-заочное обучение |              | Заочное обучение |              |
|------------------------------------------|----------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------|--------------|
|                                          | Номер семестра | Объем (часы) | Номер семестра        | Объем (часы) | Номер семестра   | Объем (часы) |
| Усвоение теоретического материала        | 4              | 1            |                       |              | 5                | 38           |
|                                          | 5              | 30           |                       |              | 6                | 32           |
| Подготовка к практическим занятиям       | 4              | 1            |                       |              | 5                | 40           |
|                                          | 5              | 30           |                       |              | 6                | 36           |
| Подготовка к лабораторным занятиям       | 4              | 2            |                       |              | 5                | 43           |
|                                          | 5              | 20           |                       |              | 6                | 41           |
| Выполнение курсовой работы               | 5              | 10           |                       |              | 6                | 8            |
| Подготовка к экзамену                    | 4              | 36           |                       |              | 5                | 9            |
|                                          | 5              | 36           |                       |              | 6                | 9            |
| <b>ВСЕГО:</b>                            |                | <b>166</b>   |                       |              |                  | <b>256</b>   |

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрены

### 7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

☒

балльно-рейтинговая

☐

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

#### а) основная учебная литература

1. Леонтьев В.Н. Анализ систем автоматического управления, часть 1 [Текст]: учебно - методическое пособие/ Леонтьев В.Н., СПбГТУРП, 2014-123 с. Режим доступа: [www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/5.pdf](http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/5.pdf). Электронная библиотека ВШТЭ.
2. Леонтьев В.Н. Анализ систем автоматического управления, часть 2 [Текст]: учебно - методическое пособие/ Леонтьев В.Н., СПбГТУРП, 2014-111 с. Режим доступа: [www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/6.pdf](http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/6.pdf). Электронная библиотека ВШТЭ.

#### б) дополнительная учебная литература

3. Хардигов Е.В. Теория автоматического управления [Текст] учебно- методическое пособие по выполнению курсовой работы/Хардигов Е.В., СПбГТУРП, 2015.-32с Режим доступа: [nizrp.narod.ru/metod/kafavtpriviel/5.pdf](http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafavtpriviel/5.pdf). Электронная библиотека ВШТЭ.

### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Бесекерский В.А. Попов Е.П. Теория автоматического управления. /В.А.Бесекерский, Е.П.Попов-СПб, Изд-во "Профессия", 2003.-752 с.
2. Герман-Галкин С.Г. Matlab&Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК.- СПб.:Издательство "Корона века", 2011.-368 с.
3. Рыбак Л.А. Теория автоматического управления. Часть 1. Непрерывные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие /Рыбак Л.А.-Электрон. текстовые данные.-Белгород: Белгородский государственный технологический университет им.В.Г.Шухова, ЭБС АСВ, 2012.-121с. Режим доступа: [www.iprbookshop.ru/28400-ЭБС"IPRbooks"](http://www.iprbookshop.ru/28400-ЭБС)
4. Рыбак Л.А. Теория автоматического управления. Часть 1. Дискретные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие /Рыбак Л.А.-Электрон. текстовые данные.-Белгород: Белгородский государственный технологический университет им.В.Г.Шухова, ЭБС АСВ, 2012.-65 с. Режим доступа: [www.iprbookshop.ru/28401-ЭБС"IPRbooks"](http://www.iprbookshop.ru/28401-ЭБС)
5. Музылева И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям/ Музылева И.В., Муравьев А.А.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 84 с. Режим доступа: [http://www.iprbookshop.ru/22938-ЭБС"IPRbooks"](http://www.iprbookshop.ru/22938-ЭБС)

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]" URL : <http://window.edu.ru>

**8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

**8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

1. Специализированная аудитория с мультимедийным комплексом.
2. Специализированная аудитория для самостоятельной работы студентов с выходом в интернет и доступом в электронную библиотеку университета.

**8.6. Иные сведения и материалы**

Для демонстрации на лекциях используются презентационные материалы.

**9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

| Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся | Организация деятельности обучающегося                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                                                    | Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины.<br>Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова термины.<br>Работа с теоретическим материалом (конспекты, учебники). Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или практическом занятии. |
| Практические занятия                                      | Просмотр рекомендуемой литературы, решение задач по теме практического занятия.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Лабораторные занятия                                      | Проработка учебно-методических материалов (конспект лекций, учебник или учебное пособие, методические указания) оформление в лабораторном журнале необходимых таблиц для записи результатов измерений, предварительный расчет заданных параметров.                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Самостоятельная работа                                    | Эта работа предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на указанных выше аудиторных занятиях, путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации, включая информационные ресурсы сети "Интернет"; подготовки к защите курсовой работы, экзаменам.<br>Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться под руководством преподавателя.                                              |

**10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

**10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования**

| Код компетенции (этап освоения) | Показатели оценивания компетенций                                                                                                        | Наименование оценочного средства                     | Представление оценочного средства в фонде                               |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-2(2)                        | 1. Имеет достаточное представление об основных методах анализа и синтеза систем автоматического управления.<br>2. Показывает способность | 1. Устное собеседование.<br>2. Практическое задание. | 1. Перечень вопросов к экзаменам (50).<br>2. Практические задания (26). |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                             |                                                                                                                  |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | использовать данные метода для анализа и синтеза систем автоматического управления.<br>3. Использует теоретические знания при анализе систем.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3. Курсовая работа.                                                         | 3. Тематика курсовой работы (10 тем).                                                                            |
| ПК-3(2)   | 1. Имеет представление о принципах построения САУ, методах анализа устойчивости и качества САУ.<br>2. Демонстрирует способность использовать методы повышения точности и качества систем.<br>3. Показывает владение навыками работы с современными глобальными информационными системами и методами проектирования САУ.                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1. Устное собеседование.<br>2. Практическое задание.<br>3. Курсовая работа. | 1. Перечень вопросов к экзаменам (50).<br>2. Практические задания (26).<br>3. Тематика курсовой работы (10 тем). |
| ПК-7(1,2) | 1. Проявляет знания в области типовых схем технологических объектов отрасли, структуры и функции технологических процессов и оборудования, демонстрирует способность анализировать качество управления технологическими процессами для их реализации.<br>2. Способен выбирать и применять технические и программные средства для данной функциональной системы, показывает способность проводить расчеты основных качественных показателей системы управления.<br>3. Может анализировать технологические процессы, как объектов управления, так и выбора функциональных схем их автоматизации. | 1. Устное собеседование.<br>2. Практическое задание.<br>3. Курсовая работа. | 1. Перечень вопросов к экзаменам (50).<br>2. Практические задания (26).<br>3. Тематика курсовой работы (10 тем). |

#### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

##### Критерии оценивания сформированности компетенций

| Оценка по традиционной шкале | Критерии оценивания сформированности компетенций                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | Устное собеседование                                                                                                                                                                                                                                                            | Курсовая работа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Отлично                      | Обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания методов анализа и синтеза САУ, свободно ориентируется в основных понятиях, усвоил основную и знаком с дополнительной литературой, проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала. | Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемой электрической цепи. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки. |
| Хорошо                       | Обучающийся показывает достаточный уровень знаний методов анализа и синтеза САУ, усвоил основную литературу, допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.                                        | Работа выполнена в необходимом объеме при отсутствии ошибок, что свидетельствует о самостоятельности при работе с источниками информации. Полученные результаты связаны с базовыми понятиями в области электротехники. Даны полные ответы на поставленные вопросы, но                                                                                                                                                                                        |

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                         | имеют место несущественные нарушения в оформлении работы или даны нечеткие выводы, или нарушены сроки предоставления работы к защите.                                                                                                             |
| Удовлетворительно    | Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме: может перечислить методы анализа и синтеза САУ и использовать их, но при этом допускает большое количество ошибок, допускает существенные ошибки в ответе, но может их устранить под руководством преподавателя. | Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.                                                 |
| Не удовлетворительно | Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний дисциплины, плохо ориентируется в основных понятиях и определениях. Предпринимает попытки списывания, используя неразрешенные технические устройства или подсказки другого студента.                                                    | Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубые нарушения правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопросы без помощи преподавателя. |

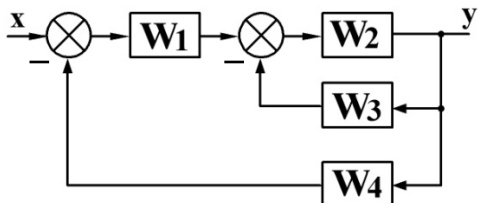
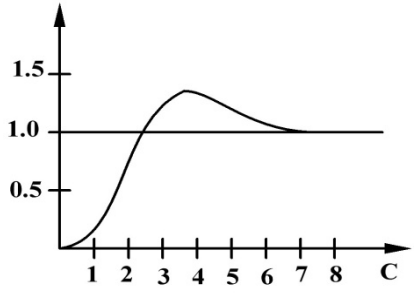
## 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

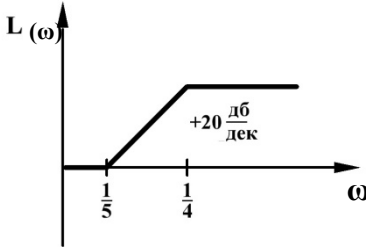
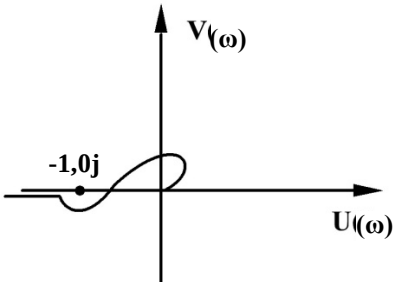
### 10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

| № п/п | Формулировка вопросов                                                                                        | № темы |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1     | Основные элементы САУ.                                                                                       | 1      |
| 2     | Принципы управления (управление по прямой и обратной связи).                                                 | 1      |
| 3     | Аналитический метод получения модели объекта.                                                                | 2      |
| 4     | Преобразование Лапласа и его свойства.                                                                       | 3      |
| 5     | Переход от дифференциального уравнения к передаточной функции и обратно.                                     | 3      |
| 6     | Модель системы в форме пространства состояния.                                                               | 3      |
| 7     | Получение модели в форме пространства состояния по передаточной функции.                                     | 3      |
| 8     | Переходная и весовая функция системы.                                                                        | 4      |
| 9     | Использование прямого и обратного преобразования Лапласа для определения весовой и переходной характеристик. | 4      |
| 10    | Использование метода неопределенных множителей для определения переходной и весовой функций.                 | 4      |
| 11    | Преобразование Фурье.                                                                                        | 5      |
| 12    | Амплитудно-частотная, фазо-частотная и амплитудно-фазовая характеристики.                                    | 5      |
| 13    | Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика.                                                         | 5      |
| 14    | Понятие характеристического полинома, карта нулей и полюсов.                                                 | 6      |
| 15    | Типовые соединения звеньев. Блок– схема системы.                                                             | 6      |
| 16    | Типовые сигналы и типовые динамические звенья.                                                               | 6      |
| 17    | Апериодическое звено 1-го порядка.                                                                           | 6      |
| 18    | Апериодическое звено 2-го порядка.                                                                           | 6      |
| 19    | Колебательное звено.                                                                                         | 6      |
| 20    | Консервативное звено.                                                                                        | 6      |
| 21    | Идеальное интегрирующее звено.                                                                               | 6      |
| 22    | Интегрирующее звено с замедлением.                                                                           | 6      |
| 23    | Идеальное дифференцирующее звено.                                                                            | 6      |
| 24    | Реальное дифференцирующее звено.                                                                             | 6      |
| 25    | Изодромное звено.                                                                                            | 6      |
| 26    | Звено запаздывания и его особенности.                                                                        | 6      |
| 27    | Устойчивость линейных систем.                                                                                | 6      |
| 28    | Корневые методы оценки устойчивости.                                                                         | 7      |
| 29    | Частотные методы оценки устойчивости. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста.                                | 7      |
| 30    | Понятие запаса устойчивости.                                                                                 | 7      |
| 31    | Понятие динамической и статической ошибок.                                                                   | 7      |

|    |                                                                                              |    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 32 | Оценка качества работы системы по переходной характеристике.                                 | 8  |
| 33 | Корневые методы оценки качества.                                                             | 8  |
| 34 | Частотные методы оценки качества.                                                            | 8  |
| 35 | Передаточная функция замкнутой системы по заданию, ошибке регулирования, сигналу управления. | 8  |
| 36 | Точность работы САУ. Понятие ошибки по положению, по скорости и ускорению.                   | 8  |
| 37 | Понятие астатизма системы. Оценка астатизма по передаточной функции разомкнутой системы.     | 8  |
| 38 | Методы повышения точности работы системы.                                                    | 9  |
| 39 | Управление по возмущению. Теория инвариантности и комбинированное управление.                | 9  |
| 40 | Улучшение качества работы системы, типовые законы управления.                                | 10 |
| 41 | Карта нулей и полюсов. Оценка качества работы по карте нулей и полюсов. Корневой годограф.   | 11 |
| 42 | Построение логарифмических амплитудных характеристик типовых звеньев.                        | 12 |
| 43 | Показатель колебательности. Построение ЛАЧХ с учетом заданного показателя колебательности.   | 12 |
| 44 | Влияние порядка астатизма на ЛАЧХ разомкнутой системы.                                       | 12 |
| 45 | Импульсные системы Z-преобразования. Дискретная передаточная функция.                        | 13 |
| 46 | Устойчивость и качество дискретных систем.                                                   | 13 |
| 47 | Цифровые системы квантование сигналов по времени и уровню. Понятие фиксатора.                | 14 |
| 48 | Нелинейные системы. Виды нелинейностей.                                                      | 15 |
| 49 | Релейные системы.                                                                            | 15 |
| 50 | Анализ работы нелинейных систем. Метод фазовой плоскости.                                    | 16 |

**10.2.2. Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

| № п/п | Условия типовых задач                                                                                                                                                                              | Ответ                                                               |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1     | Дано дифференциальное уравнение, получить передаточную функцию.<br>$\frac{5d^2y(t)}{dt^2} + 4y(t) = 3 \frac{dx(t)}{dt}$                                                                            |                                                                     |
| 2     | Дана блок- схема системы, определить передаточную функцию.<br>$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)}$                        |                                                                     |
| 3     | По графику переходной функции замкнутой системы, определить время переходного процесса и перерегулирование.<br> | Время переходного процесса<br>Перерегулирование $\delta \cong 35\%$ |
| 4     | Дана передаточная функция разомкнутой системы, определить порядок астатизма.<br>$W(p) = \frac{(2p+1)}{p^2 \cdot (4p+1) \cdot (3p+1)}$                                                              | Порядок астатизма системы<br>$\gamma = 2$                           |
| 5     | Построить ЛАЧХ по передаточной функции:                                                                                                                                                            | Ответ:                                                              |

|   |                                                                                                                                                                                               |                                                                                                             |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | $W(p) = \frac{5p+1}{4p+1}$                                                                                                                                                                    |                           |
| 6 | <p>По амплитудно-фазовой характеристике разомкнутой системы, определить устойчивость замкнутой системы.</p>  | <p>Система устойчива, так как согласно критерию Найквиста она «не охватывает» точку координатами -1,0j.</p> |

**10.3. Методические материалы,**  
**определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или)**  
**практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций**

**10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена, защите курсовой работы и порядок ликвидации академической задолженности**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

**10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

устная ☒ письменная ☒ компьютерное тестирование ☐ иная\* ☐

**10.3.3. Особенности проведения экзаменов, и защиты курсовой работы**

- Возможность пользоваться справочниками по электротехнике;
- Время на защиту курсовой работы 15 мин;
- Время на подготовку ответа 30 минут.