

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Чирикова Лилия Ивановна

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 08.05.2021 15:12:01

Уникальный идентификатор:

750e77999bb0631a45cbf7b4a579c1095bcef032814fee919138f73a4ce0cad5

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ**

**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ  
(СамГУПС)**

Филиал СамГУПС в г. Саратове

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала

СамГУПС в г. Саратове

/Чирикова Л.И./

« 28 » августа 2020 г.

**Б1.Б.31**

**Теория автоматического управления  
рабочая программа дисциплины (модуля)**

год начала подготовки (по учебному плану) **2015**

актуализирована по программе **2020**

|                  |   |
|------------------|---|
| Кафедра          | <b>Инженерные гуманитарные естественнонаучные и<br/>общепрофессиональные дисциплины</b> |
| Специальность    | <b>23.05.05 Системы обеспечения движения поездов</b>                                    |
| Специализация    | <b>Электроснабжение железных дорог</b>  |
| Квалификация     | <b>Инженер путей сообщения</b>  |
| Форма обучения   | <b>Заочная</b>  |
| Объем дисциплины | <b>6 ЗЕТ</b>  |

Саратов 2020

| <b>1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>   |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
|---|---|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|--------------|------------------------------|-----|-------|-----|
| <b>1.1. Цели освоения дисциплины (модуля)</b>   |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| Подготовка специалистов инженерного уровня, способных самостоятельно выполнять разработку, внедрение и обслуживание систем автоматического управления на объектах железнодорожного транспорта; сформировать у студентов комплекс знаний и навыков, требуемых для выполнения дипломной работы, а в дальнейшем для успешного решения задач, возникающих в ходе практической деятельности. |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| <b>1.2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)</b>  |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| <b>ОПК-12: владением основами расчета и проектирования элементов и устройств различных физических принципов действия</b>  |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| <b>ПК-1: способностью использовать в профессиональной деятельности современные информационные технологии, изучать и анализировать информацию, технические данные, показатели и результаты работы систем обеспечения движения поездов, обобщать и систематизировать их, проводить необходимые расчеты</b>  |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| <b>1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>  |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| <b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</b>   |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| <b>Знать:</b>   |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| Основополагающие принципы функционирования систем автоматического управления; современные технические средства автоматизации, выпускаемые в РФ и за рубежом; организацию и современный уровень развития систем передачи информации в системах автоматического управления.   |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| <b>Уметь:</b>   |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| Применять на практике полученные знания; работать с технической документацией и справочной литературой; осуществлять практическую эксплуатацию и обслуживание систем автоматического управления.  |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| <b>Владеть:</b>   |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| Практического применения инженерных методов разработки систем автоматического управления и расчета рабочих параметров технических средств, используемых в разрабатываемых системах; использования современных средств и методов измерения рабочих параметров аппаратуры передачи дискретной информации, а также приемами диагностики и устранения технических неисправностей.           |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>   |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| Код дисциплины  | Наименование дисциплины                                       |     |    |     |    |     |    |     |    |              | Коды формируемых компетенций |     |       |     |
| <b>2.1 Осваиваемая дисциплина</b>   |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| Б1.Б.31   | Теория автоматического управления                             |     |    |     |    |     |    |     |    |              | ОПК-12; ПК-1                 |     |       |     |
| <b>2.2 Предшествующие дисциплины</b>  |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| Б1.Б.10   | Математика  |     |    |     |    |     |    |     |    |              | ОПК-1; ОПК-3                 |     |       |     |
| Б1.Б.25   | Теория дискретных устройств                                   |     |    |     |    |     |    |     |    |              | ПК-1                         |     |       |     |
| Б1.Б.28   | Теоретические основы автоматики и телемеханики                |     |    |     |    |     |    |     |    |              | ОПК-1; ОПК-12; ПК-12         |     |       |     |
| <b>2.3 Осваиваемые параллельно дисциплины</b>   |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| Б1.Б.40   | Эксплуатация технических средств обеспечения движения поездов |     |    |     |    |     |    |     |    |              | ПК-4; ПК-8                   |     |       |     |
| <b>2.4 Последующие дисциплины</b>   |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| Б1.Б.33   | Микропроцессорные информационно-управляющие системы           |     |    |     |    |     |    |     |    |              | ОПК-12; ПК-12; ПК-17         |     |       |     |
| <b>3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ</b>   |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| <b>3.1 Объем дисциплины (модуля)</b>  |   |     |    |     |    |     |    |     |    | <b>6 ЗЕТ</b> |                              |     |       |     |
| <b>3.2 Распределение академических часов по курсам и видам учебных занятий</b>  |   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
| Вид занятий   | № курса   |     |    |     |    |     |    |     |    |              |                              |     |       |     |
|   | 1   |     | 2  |     | 3  |     | 4  |     | 5  |              | 6                            |     | Итого |     |
|   | УП  | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД          | УП                           | РПД | УП    | РПД |
| Контактная  |   |     |    |     |    |     | 20 | 20  |    |              |                              |     | 20    | 20  |

|              |  |  |  |  |  |     |     |  |  |  |  |     |     |
|--------------|--|--|--|--|--|-----|-----|--|--|--|--|-----|-----|
| Лекции       |  |  |  |  |  | 12  | 12  |  |  |  |  | 12  | 12  |
| Лабораторные |  |  |  |  |  |     |     |  |  |  |  |     |     |
| Практические |  |  |  |  |  | 8   | 8   |  |  |  |  | 8   | 8   |
| Консультации |  |  |  |  |  |     |     |  |  |  |  |     |     |
| Инд. работа  |  |  |  |  |  |     |     |  |  |  |  |     |     |
| Контроль     |  |  |  |  |  | 13  | 13  |  |  |  |  | 13  | 13  |
| Сам. работа  |  |  |  |  |  | 183 | 183 |  |  |  |  | 183 | 183 |
| <b>ИТОГО</b> |  |  |  |  |  | 216 | 216 |  |  |  |  | 216 | 216 |

| 3.3. Формы контроля и виды самостоятельной работы обучающегося |      |  |  |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |
|--|------|--|--|--|--|--|--|--------------------------------------|--|--|--|--|
| Форма контроля   | Курс |  | Нормы времени на самостоятельную работу обучающегося |  |  |  |  |                                      |  |  |  |  |
|  |      |  | Вид работы   |  |  |  |  | Нормы времени, час                   |  |  |  |  |
|  |      |  | Подготовка к лекциям                                 |  |  |  |  | 0,5 часа на 1 час аудиторных занятий |  |  |  |  |
| Экзамен  | 4    |  | Подготовка к практическим/ лабораторным занятиям     |  |  |  |  | 1 час на 1 час аудиторных занятий    |  |  |  |  |
| Зачет  | 4    |  | Подготовка к зачету                                  |  |  |  |  | 9 часов                              |  |  |  |  |
| Курсовой проект  |      |  | Выполнение курсового проекта                         |  |  |  |  | 72 часа                              |  |  |  |  |
| Курсовая работа  |      |  | Выполнение курсовой работы                           |  |  |  |  | 36 часов                             |  |  |  |  |
| Контрольная работа   | 4,4  |  | Выполнение контрольной работы                        |  |  |  |  | 9 часов                              |  |  |  |  |
| РГР  |      |  | Выполнение РГР                                       |  |  |  |  | 18 часов                             |  |  |  |  |
| Реферат/эссе   |      |  | Выполнение реферата/эссе                             |  |  |  |  | 9 часов                              |  |  |  |  |

| 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ |  |             |      |                |             |            |                            |               |  |
|--|--|-------------|------|----------------|-------------|------------|----------------------------|---------------|--|
| Код занятия  | Наименование разделов и тем  | Вид занятия | Курс | К-во ак. часов | Компетенции | Литература | Часы в интерактивной форме |               |  |
|  |  |             |      |                |             |            | К-во ак. часов             | Форма занятия |  |
|  | <b>Раздел 1. Базовые принципы построения систем автоматического управления</b>   |             |      |                |             |            |                            |               |  |
| 1.1  | Предмет курса. Ситуация управления. Автоматическое управление. Принципы управления "по отклонению" и "по возмущению". Реализация принципов - замкнутая и разомкнутая системы управления. Сравнение принципов. Понятие закона управления. Аналоговые и цифровые регуляторы. | Лек         | 4    | 4              | ОПК-12      | Л1.1       |                            |               |  |
| 1.2  | Оптимальные и универсальные законы управления. Основные режимы работы замкнутых САУ - стабилизации и слежения. Понятие "переходный процесс" в системе управления. Качественные и количественные показатели переходных процессов.   | Ср          | 4    | 4              | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1       |                            |               |  |

|     |   |     |   |   |             |                   |  |  |
|-----|---|-----|---|---|-------------|-------------------|--|--|
| 1.3 | Функциональные звенья систем автоматического управления. Математические модели звеньев и систем. Их назначение. Виды математических моделей: дифференциальное уравнение, передаточная функция. Частотные характеристики динамических звеньев и систем. Взаимосвязь между математическими моделями разного типа.   | Ср  | 4 | 4 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л1.2<br>Л2.2 |  |  |
| 1.4 | Методы построения математических моделей. Способы получения частотных характеристик динамических звеньев (экспериментальный, теоретический). Построение годографа АФХ на комплексной плоскости. Представление АФХ совокупностью характеристик АЧХ и ФЧХ. Графики АЧХ и ФЧХ. Применение частотных характеристик для оценки выходной реакции динамического звена на гармоническое воздействие заданной формы. | Пр  | 4 | 2 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л1.2<br>Л2.2 |  |  |
| 1.5 | Способы соединения функциональных звеньев. Простые виды соединения звеньев. Составление передаточных функций систем управления различной структуры. Сложные системы как совокупность фрагментов простых видов соединения звеньев. Универсальный принцип составления передаточной функции сложной системы.   | Лек | 4 | 4 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л1.2         |  |  |
| 1.6 | Системы управления в виде связанных контуров и их передаточные функции. Преобразование структуры систем путем переноса обратных связей. Правила переноса ОС.  | Пр  | 4 | 2 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.2 Л2.2         |  |  |
| 1.7 | Типовые динамические звенья и их математические модели. Пропорциональное звено. Интегрирующее звено. Дифференцирующее звено. Звено реального дифференцирования. Способы численной оценки производной. Апериодическое звено первого порядка. Звено транспортного запаздывания.   | Ср  | 4 | 4 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.2 Л2.1         |  |  |
| 1.8 | Переходная характеристика динамического звена (системы). Понятие "кривая разгона". Правила корректной экспериментальной записи кривой разгона динамического звена. Взаимосвязь формы кривой разгона с порядком динамического звена и его степенью астатизма.  | Ср  | 4 | 4 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.2 Л1.1<br>Л2.1 |  |  |

|      |   |     |   |   |             |                        |  |  |
|------|---|-----|---|---|-------------|------------------------|--|--|
| 1.9  | Устойчивые и неустойчивые системы управления. Характеристическое уравнение системы. Оценка устойчивости по виду корней характеристического уравнения. Алгебраический критерий устойчивости системы Раунса-Гурвица.  | Ср  | 4 | 4 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.2 Л1.1<br>Л2.1 Л2.3 |  |  |
| 1.10 | Частотные критерии устойчивости замкнутых систем управления. Критерий Найквиста, критерий Михайлова. Понятие запас устойчивости системы по модулю и по фазе.  | Ср  | 4 | 4 | ОПК-12      | Л1.2 Л1.1<br>Л2.2 Л2.3 |  |  |
| 1.11 | Объект управления (ОУ) и элементы его "обвязки". Исполнительные устройства и измерительные датчики. Универсальная математическая модель ОУ. Порядок ОУ и его степень астатизма. Понятие "область достижимости".   | Ср  | 4 | 4 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л2.3              |  |  |
| 1.12 | Универсальные законы (алгоритмы) управления. Управление "по статике": ступенчатое и импульсное управление. Релейный закон управления.   | Лек | 4 | 2 | ОПК-12      | Л1.2 Л1.1<br>Л2.1      |  |  |
| 1.13 | Пропорциональный закон управления (П-закон). Интегральный закон управления (И-закон). Комбинированный П+И-закон. Параметры настройки универсальных законов управления.  | Ср  | 4 | 4 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.2 Л1.1<br>Л2.1      |  |  |
| 1.14 | Ограничение скорости изменения регулируемой переменной. Дифференциальный закон управления (Д-закон). Реализация Д-закона в цифровых контроллерах. Параметры Д-закона. Комбинированные П+Д и И+Д-законы управления.  | Ср  | 4 | 4 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.2 Л1.1<br>Л2.1      |  |  |
| 1.15 | Универсальный комбинированный П+И+Д-закон управления. Параметры настройки ПИД-закона. Реакция ПИД-регулятора на сигнал в форме ступеньки. Модификации ПИД-регуляторов в зависимости от типа используемого исполнительного устройства. Непрерывные ПИД-регуляторы (PID-continues). Релейно-импульсные ПИД-регуляторы (PID-step). Широтно-импульсные ПИД-регуляторы (PID- | Ср  | 4 | 4 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.2 Л1.1<br>Л2.3 Л2.1 |  |  |
| 1.16 | Универсальный закон управления "FuzzyLogic" (нечеткая логика). Универсальный закон управления   | Ср  | 4 | 5 | ОПК-12      | Л1.1 Л2.3              |  |  |
| 1.17 | Математические модели динамических звеньев. Преобразование Лапласа. Взаимосвязь мат. моделей разного вида.  | Ср  | 4 | 5 | ОПК-12      | Л1.1. Л1.2             |  |  |
| 1.18 | Элементарные звенья. Переходные и частотные характеристики.   | Ср  | 4 | 5 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1.Л1.2<br>Л2.1      |  |  |
| 1.19 | Соединение звеньев. Составление передаточной функции для систем управления различной структуры.   | Лаб | 4 | 2 | ПК-1 ОПК-12 | Л2.2 М2                |  |  |

|      |   |     |   |   |             |                   |  |  |
|------|---|-----|---|---|-------------|-------------------|--|--|
| 1.20 | Оценка устойчивости систем управления. По виду корней характеристического уравнения. Алгебраический критерий устойчивости Раунса-Гурвица.   | Ср  | 4 | 5 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л2.2         |  |  |
| 1.21 | Частотные методы определения устойчивости систем управления.  | Лаб | 4 | 2 | ОПК-12      | Л1.1 Л2.2         |  |  |
| 1.22 | Объекты управления. Построение математических моделей объектов управления. Взаимосвязь между характеристиками мат. модели объекта и формой его кривой разгона. Оценка порядка и степени астатизма объекта управления. | Ср  | 4 | 5 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л2.3<br>Л2.2 |  |  |
| 1.23 | Типовые исполнительные устройства в системах автоматического управления. Рабочие параметры и характеристики исполнительных устройств.   | Ср  | 4 | 5 | ОПК-12      | Л1.1 Л2.3         |  |  |
| 1.24 | Характеристики измерительных датчиков, влияющие на качество работы систем управления. Способы борьбы с помехами, искажающими информацию об управляемой переменной.  | Ср  | 4 | 5 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л2.1         |  |  |
| 1.25 | Универсальные законы регулирования П, ПИ, ПИД. Реакция П, ПИ, ПИД-регуляторов на ступенчатое рассогласование. Параметры настройки регуляторов.  | Ср  | 4 | 5 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л2.3         |  |  |
| 1.30 | Изучение правил корректной записи кривой разгона объекта управления.  | Ср  | 4 | 5 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л2.3         |  |  |
| 1.31 | Изучение конструкции исполнительных устройств САУ   | Ср  | 4 | 5 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л2.3         |  |  |
| 1.32 | Изучение метрологических характеристик датчиков и их влияния на работу САУ  | Ср  | 4 | 5 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л2.3         |  |  |
|      | <b>Раздел 2. Инженерные методы разработки систем автоматического управления</b>   |     |   |   |             |                   |  |  |
| 2.1  | Система автоматического управления с релейным регулятором. Режим установившихся автоколебаний. Настройка системы автоуправления с релейным регулятором.   | Лек | 4 | 2 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л2.3         |  |  |
| 2.2  | Инженерные методы настройки П, ПИ и ПИД-регуляторов в замкнутой САУ. Метод Zigler-Nichols (Z-N) - табличный и экспериментальный. Метод Chien-Hrones-Reswick (C-H-R).  | Ср  | 4 | 5 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л2.1         |  |  |
| 2.3  | Компьютерное моделирование переходных процессов в замкнутых системах управления. Специализированная программа "PID-class"   | Ср  | 4 | 5 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л2.1         |  |  |
| 2.4  | Метод масштабирования для расчета рациональных настроек регуляторов в замкнутых САУ. Специализированная компьютерная программа "ММ-   | Ср  | 4 | 5 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 М1           |  |  |

|  |  |    |   |    |             |                 |  |  |
|--|--|----|---|----|-------------|-----------------|--|--|
| 2.5                                    | Построение математической модели управляемого объекта на основе экспериментальной кривой разгона. Традиционные подходы. Метод масштабирования. Специализированная компьютерная программа "ММ_ аппроксимация  | Ср | 4 | 5  | ПК-1 ОПК-12 | Л1.2 Л2.3       |  |  |
| 2.6                                    | Объекты управления с транспортным запаздыванием. Негативное влияние запаздывания на качество работы замкнутой САУ. Предиктор Смита как средство повышения эффективности действий регуляторов при управлении запаздывающими объектами и объектами высоких порядков. Прогнозирующие модели. Алгоритм работы регулятора, использующего предиктор Смита. Определение параметров прогнозирующей модели с помощью прикладной программы "VAPW". | Ср | 4 | 5  | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л2.2 М3    |  |  |
| 2.7                                    | Влияние нелинейности характеристик составляющих звеньев на качество работы замкнутых САУ. Ослабление негативных последствий нелинейностей путем применения контрнелинейностей и за счет адаптации параметров регулятора.   | Ср | 4 | 5  | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л2.2       |  |  |
| <b>Раздел 3 Самостоятельная работа</b> |  |    |   |    |             |                 |  |  |
| 3.1                                    | Подготовка к лекциям   | Ср | 4 | 12 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л1.2 Л2.3  |  |  |
| 3.2                                    | Подготовка к практическим занятиям   | Ср | 4 | 8  | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л1.2 Л2.3  |  |  |
| 3.3                                    | Выполнение контрольных работ   | Ср | 4 | 18 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л2.2 М2 М3 |  |  |
| 3.4                                    | Подготовка к экзамену  | Ср | 4 | 10 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л1.2 Л2.3  |  |  |
| 3.5                                    | Подготовка к зачету  | Ср | 4 | 10 | ПК-1 ОПК-12 | Л1.1 Л1.2 Л2.3  |  |  |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Основными этапами формирования компетенций в рамках дисциплин выступает последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем учебных занятий), которые отражены в разделе 4.

#### Матрица оценки результатов обучения по дисциплине

| Код компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели оценивания компетенций) | Оценочные средства/формы контроля |                                       |       |         |
|-----------------|---|-----------------------------------|---------------------------------------|-------|---------|
|                 |   | Выполнение контрольной            | Защита отчета по практическим работам | Зачет | Экзамен |
| ОПК-12          | знает   | +                                 | +                                     | +     | +       |
|                 | умеет   | +                                 | +                                     | +     | +       |
|                 | владеет   | +                                 | +                                     | +     | +       |
| ПК-1            | знает   | +                                 | +                                     | +     | +       |
|                 | умеет   | +                                 | +                                     | +     | +       |
|                 | владеет   | +                                 | +                                     | +     | +       |

### 5.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### **Критерии формирования оценок по результатам защиты отчета по практическим работам**

«Зачтено» – обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности.

«Не зачтено» – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы, демонстрирует отсутствие необходимой информации.

### **Критерии формирования оценок по выполнению контрольных работ**

«Зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов в соответствии с заданием, выданным для выполнения контрольной работы. Обучающийся полностью владеет информацией о нормативных документах, регулирующих хозяйственные процессы в организации; на основании данных о финансовой деятельности может решить все поставленные в задании задачи.

«Не зачтено» – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил менее 2/3 всей работы, использовал при выполнении работы устаревшую нормативную базу, в качестве исходных данных выступили данные учебника, а не реальной организации.

### **Критерии формирования оценок по зачету**

«Зачет» – обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. Однако знание основных проблем курса не подкрепляется конкретными практическими примерами, не полностью раскрыта сущность вопросов, ответ недостаточно логичен и не всегда последователен, допущены ошибки и неточности.

«Незачет» – выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.

### **Критерии формирования оценок по экзамену**

«Отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует знание всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; умение излагать программный материал с демонстрацией конкретных примеров. Свободное владение материалом должно характеризоваться логической ясностью и четким видением путей применения полученных знаний в практической деятельности, умением связать материал с другими отраслями знания.

«Хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует знания всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности. Таким образом данная оценка выставляется за правильный, но недостаточно полный ответ.

«Удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. Однако знание основных проблем курса не подкрепляется конкретными практическими примерами, не полностью раскрыта сущность вопросов, ответ недостаточно логичен и не всегда последователен, допущены ошибки и неточности.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) – выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.

### **5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Контрольные задания к практическим занятиям:

Записать передаточную функцию САУ заданной структуры.

Построить переходные характеристики типовых динамических звеньев.

Построить частотные характеристики типовых динамических звеньев.

Оценить устойчивость системы управления на основании ее передаточной функции:

Методом Гурвица;

Методом Найквиста-Михайлова.

Получить математическую модель управляемого объекта по его экспериментальной кривой разгона.

Определить параметры ПИД-регулятора в замкнутой САУ методом Зиглера-Никольса и методом Ч-Х-Р.

Настроить ПИД-регулятор в замкнутой САУ экспериментальным методом Зиглера-Никольса.

Произвести настройку ПИД-регулятора в замкнутой САУ методом масштабирования.



## Вопросы к зачету

1. Ручное и автоматическое управление. Понятие алгоритма (закона) управления.
2. Управление «по возмущению» и «по отклонению». Структуры систем управления «по возмущению» и «по отклонению». Достоинства и недостатки каждого из способов управления.
3. Понятие переходного процесса в системе управления. Показатели качества переходных процессов.
4. Основные элементы систем управления. Их назначение и характеристики.
5. Функциональные звенья систем управления. Понятие динамического звена. Математические модели динамических звеньев.
6. Дифференциальное уравнение и передаточная функция как математические модели динамического звена. Взаимосвязь между названными видами математических моделей.
7. Частотные характеристики динамических звеньев. Их назначение и способы получения.
8. Пропорциональное звено и апериодическое звено первого порядка. Их математические модели и частотные характеристики.
9. Интегрирующее звено. Математические модели И-звена и его частотные характеристики.
10. Дифференцирующее звено. Звено реального дифференцирования. Математические модели названных звеньев и их частотные характеристики.
11. Объекты управления и их математические модели. Понятия порядок ОУ и степень астатизма.
12. Понятие «кривая разгона» объекта управления. Правила корректной экспериментальной записи кривой разгона объекта.
13. Специфика кривых разгона объектов управления в зависимости от их порядка и степени астатизма.
14. Виды соединения звеньев. Последовательное, параллельное соединения. Соединение в виде контура ОС. Передаточная функция системы при названных видах соединения звеньев.
15. Передаточная функция САУ в виде вложенных и связанных контуров ОС.
16. Эквивалентное преобразование структуры САУ при переносе ОС.
17. Понятие устойчивая и неустойчивая САУ. Оценка устойчивости систем по виду корней характеристического уравнения.
18. Алгебраический критерий устойчивости САУ Раунса-Гурвица.
19. Частотный критерий устойчивости САУ Михайлова.
20. Оптимальное управление и универсальные законы управления. Примеры универсальных законов (алгоритмов) управления. Проблема настройки универсальных регуляторов.
21. Пропорциональный закон управления. Понятие статической ошибки управления.
22. Влияния коэффициента передачи П-регулятора на величину статической ошибки и характер переходных процессов в замкнутой системе.
23. Интегральный и пропорционально-интегральный (ПИ) законы управления.
24. Передаточная функция и частотные характеристики Ии ПИ регуляторов. Реакция регуляторов на рассогласование в виде ступеньки.
25. Понятие области достижимости. Область достижимости у объектов управления с самовыравниванием и у астатических объектов.
26. Универсальный ПИД-закон управления. Параметры настройки ПИД-регулятора.
27. Реакция ПИД-регулятора на рассогласование в форме ступеньки.
28. Релейный закон управления. Характер переходных процессов в САУ с релейным регулятором. Режим установившихся автоколебаний и его характеристики.
29. Метод Зиглера-Никольса для настройки П, ПИ и ПИД-регуляторов.
30. Метод Chien-Hrones-Reswick (Ч-Х-Р) для настройки П, ПИ и ПИД-регуляторов.
31. Применение методов Зиглера-Никольса и Ч-Х-Р на объектах управления с самовыравниванием и на астатических ОУ.
32. Экспериментальная методика выбора параметров ПИД-регуляторов по Зиглеру-Никольсу.

Вопросы к экзамену:

1. Ручное и автоматическое управление. Понятие алгоритма (закона) управления.
2. Управление «по возмущению» и «по отклонению». Структуры систем управления «по возмущению» и «по отклонению». Достоинства и недостатки каждого из способов управления.
3. Понятие переходного процесса в системе управления. Показатели качества переходных процессов.
4. Основные элементы систем управления. Их назначение и характеристики.
5. Функциональные звенья систем управления. Понятие динамического звена. Математические модели динамических звеньев.
6. Дифференциальное уравнение и передаточная функция как математические модели динамического звена. Взаимосвязь между названными видами математических моделей.
7. Частотные характеристики динамических звеньев. Их назначение и способы получения.
8. Пропорциональное звено и апериодическое звено первого порядка. Их математические модели и частотные характеристики.
9. Интегрирующее звено. Математические модели И-звена и его частотные характеристики.
10. Дифференцирующее звено. Звено реального дифференцирования. Математические модели названных звеньев и их частотные характеристики.
11. Объекты управления и их математические модели. Понятия порядок ОУ и степень астатизма.
12. Понятие «кривая разгона» объекта управления. Правила корректной экспериментальной записи кривой разгона объекта.
13. Специфика кривых разгона объектов в зависимости от их порядка и степени астатизма.
14. Понятие области достижимости. Область достижимости у объектов управления с самовыравниванием и у астатических объектов.
15. Виды соединения звеньев. Последовательное, параллельное соединения.
16. Соединение звеньев в виде контура ОС. Передаточная функция системы при названных видах соединения звеньев.
17. Передаточная функция САУ в виде вложенных и связанных контуров ОС.
18. Эквивалентное преобразование структуры САУ при переносе ОС.
19. Понятие устойчивая и неустойчивая САУ. Оценка устойчивости систем по виду корней характеристического уравнения.
20. Алгебраический критерий устойчивости САУ Раунса-Гурвица.
21. Частотный критерий устойчивости САУ Михайлова.
22. Оптимальное управление и универсальные законы управления. Примеры универсальных законов (алгоритмов) управления. Проблема настройки универсальных регуляторов.
23. Пропорциональный закон управления. Понятие статической ошибки управления.
24. Влияния коэффициента передачи П-регулятора на величину статической ошибки и характер переходных процессов в замкнутой системе.
25. Интегральный и пропорционально-интегральный (ПИ) законы управления.
26. Передаточная функция и частотные характеристики Ии ПИ регуляторов. Реакция регуляторов на рассогласование в виде ступеньки.
27. Релейный закон управления. Характер переходных процессов в САУ с релейным регулятором. Режим установившихся автоколебаний и его характеристики.
28. Универсальный ПИД-закон управления. Параметры настройки ПИД-регулятора.
29. Реакция ПИД-регулятора на рассогласование в форме ступеньки.
30. Специфика релейно-импульсных ПИД-регуляторов и их параметры настройки.
31. Метод Зиглера-Никольса для настройки П, ПИ и ПИД-регуляторов.
32. Метод Chien-Hrones-Reswick (Ч-Х-Р) для настройки П, ПИ и ПИД-регуляторов.
33. Применение методов Зиглера-Никольса и Ч-Х-Р на объектах управления с самовыравниванием и на астатических ОУ.
34. Экспериментальная методика выбора параметров ПИД-регуляторов по Зиглеру-Никольсу.
35. Объекты управления с запаздывающей реакцией на управляющие воздействия. Передаточная функция запаздывающих ОУ.
36. Частотные характеристики объектов управления с запаздыванием.
37. Влияние запаздывания ОУ на качество работы САУ.
38. Предиктор Смита и его применение при управлении запаздывающими объектами и объектами высоких порядков.
39. Метод Масштабирования (ММ) для настройки регуляторов в замкнутых САУ. Понятие эталонной системы.
40. Библиотека эталонных систем управления. Преимущества ММ.
41. Приемы практического применения Метода Масштабирования. Программа «ММ-настройка».
42. Применение компьютерного моделирования при разработке САУ.
43. Универсальная моделирующая программа «PID-class» для исследования переходных процессов в замкнутых САУ.
44. Ослабление негативных последствий нелинейностей путем применения контрнелинейностей и за счет адаптации параметров регулятора.

#### 5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

##### Описание процедуры оценивания выполнения практических заданий:

После проведения практических занятий обучающийся предоставляет отчет с выполненными заданиями. Отчет принимается, если все задания выполнены в соответствии с требованиями п.5.2. Если имеются ошибки, в том числе и по оформлению, то обучающийся должен переделать отчет и сдать его повторно.

**Описание процедуры оценивания «Защита контрольной работы».** Оценивание проводится руководителем контрольной работы. По результатам проверки контрольной работы обучающийся допускается к ее защите при условии соблюдения перечисленных условий:

- выполнены все задания;
- сделаны выводы;
- отсутствуют ошибки;
- оформлено в соответствии с требованиями.

В том случае, если работа не отвечает предъявляемым требованиям, то она возвращается автору на доработку. Обучающийся должен переделать работу с учетом замечаний и предоставить для проверки вариант с результатами работы над ошибками. Если сомнения вызывают отдельные аспекты контрольной работы, то в этом случае они рассматриваются во время устной защиты работы.

Защита контрольной работы представляет собой устный публичный отчет обучающегося о результатах выполнения, ответы на вопросы преподавателя. Ответ обучающегося оценивается преподавателем в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

##### Описание процедуры оценивания «Экзамен».

Экзамен принимается ведущим преподавателем по данной учебной дисциплине.

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать 0,35 часа. Ответ обучающегося оценивается в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

#### 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| 6.1 Основная литература         |                                |  |   |                 |
|---------------------------------|--------------------------------|--|---|-----------------|
|                                 | Авторы, составители            | Заглавие   | Издательство, год   | Кол-во          |
| Л1.1                            | Л.А. Баранов, О.Е. Савоськин.  | Автоматизированные системы управления электроподвижным составом. В 3-х частях. Часть 1. Теория автоматического управления: учебник | М. : УМЦ ЖДТ (Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте), 2014 | <u>ЭБС Лань</u> |
| Л1.2                            | В. Я. Ротач. -                 | Теория автоматического управления : Учебник для вузов-4-е изд., стер..   | М.: Издательский дом МЭИ, 2007. -400 с.:а-ил.   | 5               |
| Л1.3                            | Н. П. Кириллов, Е. В. Новиков. | Теоретические основы управления : Учебное пособие  | М.: МИИТ, 2010. -182 с.   | 20              |
| 6.1.2 Дополнительная литература |                                |  |   |                 |
|                                 | Авторы, составители            | Заглавие   | Издательство, год   | Кол-во          |
| Л2.1                            | В.П. Еремин.                   | Управление техническими системами. Основы теории. Ч. 1 : Учебное пособие   | М.: РГОТУПС, 2003. -139 с.  | 23              |

|      |  |  |  |   |
|------|--|--|--|---|
| Л2.2 | В.А. Подчукаев   | Аналитические методы теории автоматического управления : Монография              | М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. -256 с.:ил.                   | 5 |
| Л2.3 | В. А. Подчукаев  | Теория автоматического управления (аналитические методы) : Учебник для вузов     | М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. -392 с.                       | 5 |
| Л2.4 | под ред. А. А. Красовского   | Справочник по теории автоматического управления : справочное издание             | М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. -712 с.: | 1 |
| Л2.5 | Л.С. Гольдфарб, А.В. Балтрушевич, Е.Б. Пастернак и др.; Под ред. А.В. Нетушила | Теория автоматического управления : Учебник для вузов-2-е изд., перераб. и доп.. | М.: Высшая школа, 1976. -400 с.:ил.                | 6 |
| Л2.6 | С. Е. Душин, Н. С. Зотов, Д. Х. Имаев и др. ; под ред. В. Б. Яковлева          | Теория автоматического управления : Учебник для вузов-2-е изд., перераб.         | М.: " Высшая школа ", 2005. -567 с.:а-ил.          | 3 |

#### 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью методических рекомендаций для обучающихся является обеспечение оптимальной организации процесса изучения дисциплины и выполнения различных форм самостоятельной работы.

Изучение дисциплины необходимо начинать с предварительного ознакомления с рабочей программой дисциплины. Прежде всего, необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами, сформулированными в данной дисциплине, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине.

Программой предусмотрены теоретические занятия (лекции) и практические занятия.

Теоретические занятия проводятся в составе потока, а практические занятия – в составе группы.

При проведении занятий используются печатные (учебники, пособия, справочники и методические разработки), демонстрационные (плакаты, приборы) и мультимедийные (слайд-фильмы, презентационные материалы на электронных носителях) средства обучения.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕОРЕТИЧЕСКИМ (ЛЕКЦИОННЫМ) ЗАНЯТИЯМ**

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, поэтому пропуски отдельных тем нарушают последовательность восприятия содержания последующих тем дисциплины, что не позволяет глубоко усвоить предмет. Поэтому контроль за систематической работой обучающихся всегда находится в центре внимания преподавателя, ведущего данную дисциплину. В случаях пропуска занятия обучающемуся необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме во время индивидуальных консультаций.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы.

Обучающимся рекомендуется:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;
- вести конспектирование учебного материала; в рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся, дополняющего материал прослушанной лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений;
- перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект предыдущей лекции, поскольку изучение последующих тем дисциплины опирается на знания, полученные по ранее рассмотренным темам. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основному учебнику по данной дисциплине. Если изучение изложенного материала самостоятельно вызывает затруднения, то следует обратиться к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Нельзя оставлять «белых пятен» в освоении отдельных тем дисциплины;
- обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;
- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

Целью практических занятий является усвоение обучающимися теоретических основ изучаемой дисциплины.

Практические занятия включают самостоятельную проработку теоретического материала и изучение методики решения типичных задач. Некоторые задачи содержат элементы научных исследований, которые могут потребовать углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

Обучающимся рекомендуется:

- при подготовке к очередному практическому занятию по лекциям, учебникам и литературным источникам проработать теоретический материал соответствующей темы занятия;
- в начале занятия задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

## **ПОДГОТОВКА К ЗАЧЕТУ**

Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к зачету включает повторение лекционного материала и материала практических занятий, учебной литературы и учебно-методической литературы. При необходимости обучающиеся консультируются с преподавателем.

## **ПОДГОТОВКА К ЭКЗАМЕНУ**

Самостоятельная работа обучающихся при подготовке к экзамену включает повторение лекционного материала, учебной литературы и учебно-методической литературы. При необходимости обучающиеся консультируются с преподавателем.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Любая форма самостоятельной работы обучающихся (подготовка к занятиям, выполнению курсовой работы, и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке, так и дома.

К каждой теме учебной дисциплины подобрана основная и дополнительная литература.

Основная литература — это учебники и учебные пособия.

Дополнительная литература – это монографии, сборники научных трудов различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Рекомендации обучающимся:

– выбранную монографию или статью целесообразно внимательно просмотреть. В книгах следует ознакомиться с оглавлением и научно-справочным аппаратом, прочитать аннотацию и предисловие. Целесообразно ее пролистать, рассмотреть иллюстрации, таблицы, диаграммы, приложения. Такое поверхностное ознакомление позволит узнать, какие главы следует читать внимательно, а какие – прочитать быстро;

– при работе с литературой вести конспект (краткая схематическая запись основного содержания научной работы). Целью является не переписывание произведения, а выявление его логики, системы доказательств, основных выводов. Хороший конспект должен сочетать полноту изложения с краткостью.

## 8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Размещение учебных материалов в разделе «Теория автоматического управления» системы обучения Moodle: <http://do.samgups.ru/moodle/>

### 8.1 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

|       |  |
|-------|--|
| 8.1.1 | Пакет Microsoft Office   |
| 8.1.2 | Программа "PID_class" Свид. о регистр. №2007610015 от 16.10.06.<br>Программа "VARW" Свид. о регистр. №2011611578 от 17.02.11.<br>Программа "ММ-аппроксимация" Свид.о регистр. №2010614318 от 05.07.10. |

## 9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

|     |  |
|-----|--|
| 9.1 | Компьютерный класс на 25 посадочных мест для практических занятий. |
| 9.2 | Лекционная аудитория (50 и более посадочных мест);                 |