

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гаранин Максим Алексеевич  
Должность: И.о. ректора  
Дата подписания: 13.04.2020 10:44:10  
Уникальный программный ключ:  
09f9c0855a13fb1cc9fc841ffccb251a28eca6f4

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**  
**(СамГУПС)**

УТВЕРЖДЕНА:

решением Учёного совета СамГУПС  
протокол № 39 от 05.03.2018 г.  
в составе основной профессиональной  
образовательной программы

АКТУАЛИЗИРОВАНА:

решением Учёного совета СамГУПС  
протокол Учёного совета СамГУПС № 50 от 27.03.2019г.

## **Цифровые системы управления** **рабочая программа дисциплины (модуля)**

|                             |                                                               |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Кафедра                     | <b>Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте</b>  |
| Направление подготовки      | <b>27.04.03 Системный анализ и управление</b>                 |
| Направленность<br>(профиль) | <b>Системный анализ в распределенных технических системах</b> |
| Квалификация                | <b>магистр</b>                                                |
| Форма обучения              | <b>очная</b>                                                  |
| Объем дисциплины            | <b>3 ЗЕТ</b>                                                  |

**Самара 2018**

| <b>1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1.1. Цели освоения дисциплины (модуля)</b>                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                    |
| Цель дисциплины – ознакомление с современным состоянием анализа и синтеза цифровых систем управления, рассмотрение вопросов устойчивости и показателей качества цифровых систем управления, формирования у обучающихся способности разработки программных средств для систем цифрового управления. |                                                                                                                                                    |
| <b>1.2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)</b>                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                    |
| <b>ПК-4: способностью формировать технические задания и участвовать в разработке аппаратных и (или) программных средств, экспертно-аналитических систем поддержки принятия оптимальных решений</b>                                                                                                 |                                                                                                                                                    |
| <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                    |
| <b>Уровень 1 (базовый)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | основы проектирования цифровых систем управления                                                                                                   |
| <b>Уровень 2 (продвинутый)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     | принципы разработки аппаратных и программных средств экспертно-аналитических систем                                                                |
| <b>Уровень 3 (высокий)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | принципы формирования технических заданий                                                                                                          |
| <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                    |
| <b>Уровень 1 (базовый)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | проектировать цифровые системы управления                                                                                                          |
| <b>Уровень 2 (продвинутый)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     | разрабатывать аппаратные и программные средства экспертно-аналитических систем                                                                     |
| <b>Уровень 3 (высокий)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | составлять и оформлять технические задания                                                                                                         |
| <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                    |
| <b>Уровень 1 (базовый)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | методами проектирования цифровых систем управления                                                                                                 |
| <b>Уровень 2 (продвинутый)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     | методами программирования аппаратных и программных средств экспертно-аналитических систем                                                          |
| <b>Уровень 3 (высокий)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | ГОСТ и СНиП по оформлению технического задания цифровых систем управления                                                                          |
| <b>ПК-8: способностью руководить коллективами разработчиков аппаратных и (или) программных средств и экспертных систем поддержки принимаемых решений при управлении техническими объектами</b>                                                                                                     |                                                                                                                                                    |
| <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                    |
| <b>Уровень 1 (базовый)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | основы современных информационных технологий и их применение в цифровых системах управления.                                                       |
| <b>Уровень 2 (продвинутый)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     | основные протоколы Web - и CALS технологий.                                                                                                        |
| <b>Уровень 3 (высокий)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | основы проектирования цифровых систем управления.                                                                                                  |
| <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                    |
| <b>Уровень 1 (базовый)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | использовать современные информационные технологии для получения и передачи информации цифровыми системами управления.                             |
| <b>Уровень 2 (продвинутый)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     | использовать технологии CALS для проектирования цифровых систем управления на основе современных информационных технологий.                        |
| <b>Уровень 3 (высокий)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | Реализовывать сложные проекты по системному анализу цифровых систем управления.                                                                    |
| <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                    |
| <b>Уровень 1 (базовый)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | методами использования современных информационных технологий в цифровых системах управления.                                                       |
| <b>Уровень 2 (продвинутый)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     | программными продуктами использующих Web - и CALS технологию для проектирования цифровых систем управления.                                        |
| <b>Уровень 3 (высокий)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                         | методикой проектирования и реализации сложных проектов на основе современных информационных технологий применяемых в цифровых системах управления. |
| <b>1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                    |
| <b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</b>                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                    |
| <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                    |
| математический аппарат $Z$ – преобразования; методы структурного и параметрического синтеза цифровых регуляторов.                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                    |
| <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                    |
| получать рекуррентные соотношения из передаточных функций с целью реализации цифровых регуляторов на ЭВМ для промышленных объектов управления.                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                    |

|                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                        |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|--------------------------------------|------------|-------------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|--------------|-----------|-----|-----|
| <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                        |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| методами дискретно-аналогового получения рекуррентных соотношений из передаточных функций; методами синтеза цифровых регуляторов; методами моделирования цифровых систем управления на ЭВМ, анализа качества и устойчивости ЦСУ.    |  |                                                        |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>                                                                                                                                                           |  |                                                        |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>Код дисциплины</b>                                                                                                                                                                                                               |  | <b>Наименование дисциплины</b>                         |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            | <b>Коды формируемых компетенций</b> |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>2.1 Осваиваемая дисциплина</b>                                                                                                                                                                                                   |  |                                                        |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| Б1.В.ОД.4                                                                                                                                                                                                                           |  | Цифровые системы управления                            |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            | ПК-4;ПК-8                           |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>2.2 Предшествующие дисциплины</b>                                                                                                                                                                                                |  |                                                        |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| Б1.В.ОД.2                                                                                                                                                                                                                           |  | Вычислительные системы (ВС)                            |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            | ОПК-2; ПК-4, 6                      |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| Б1.В.ОД.1                                                                                                                                                                                                                           |  | Программные средства компьютерного моделирования       |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            | ПК-3, 4                             |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>2.3 Осваиваемые параллельно дисциплины</b>                                                                                                                                                                                       |  |                                                        |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| Б1.В.ДВ.3.1                                                                                                                                                                                                                         |  | Имитационное моделирование сложных систем (ИМСС)       |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            | ОК-2; ПК-1                          |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| Б1.В.ДВ.1.2                                                                                                                                                                                                                         |  | Теория сложных систем (ТСС)                            |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            | ОК-3; ОПК-1; ПК-2                   |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>2.4 Последующие дисциплины</b>                                                                                                                                                                                                   |  |                                                        |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| Б1.В.ДВ.2.1                                                                                                                                                                                                                         |  | Интеллектуальные системы управления (ИСУ)              |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            | ОК-3; ПК-8                          |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| Б1.Б.9                                                                                                                                                                                                                              |  | Проектирование распределенных систем управления (ПРСУ) |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            | ОПК-4, 5; ПК-1, 8                   |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <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>3 ЗЕТ</b>                        |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>3.2 Распределение академических часов по семестрам (для офо)/курсам( для зфо) и видам учебных занятий</b>                                                                                                                        |  |                                                        |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>Вид занятий</b>                                                                                                                                                                                                                  |  | <b>№ семестра (для офо) / курса ( для зфо)</b>         |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                     |  | <b>1</b>                                               |            | <b>2</b>                                                    |            | <b>3</b>  |            | <b>4</b>  |            | <b>5</b>  |            | <b>6</b>  |           | <b>7</b>                             |            | <b>8</b>                            |            | <b>9</b>  |           | <b>10</b> |            | <b>Итого</b> |           |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                     |  | <b>УП</b>                                              | <b>РПД</b> | <b>УП</b>                                                   | <b>РПД</b> | <b>УП</b> | <b>РПД</b> | <b>УП</b> | <b>РПД</b> | <b>УП</b> | <b>РПД</b> | <b>УП</b> | <b>РП</b> | <b>УП</b>                            | <b>РПД</b> | <b>УП</b>                           | <b>РПД</b> | <b>УП</b> | <b>РП</b> | <b>УП</b> | <b>РПД</b> | <b>УП</b>    | <b>РП</b> |     |     |
| <b>Контактная работа:</b>                                                                                                                                                                                                           |  |                                                        |            |                                                             |            | 42        | 42         |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              | 42        | 42  |     |
| <i>Лекции</i>                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                        |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <i>Лабораторные</i>                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                        |            |                                                             |            | 14        | 14         |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           | 14  | 14  |
| <i>Практические</i>                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                        |            |                                                             |            | 28        | 28         |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           | 28  | 28  |
| <i>Консультации</i>                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                        |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <i>Инд. работа</i>                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                        |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>Контроль</b>                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                        |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>Сам. работа</b>                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                        |            |                                                             |            | 66        | 66         |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           | 66  | 66  |
| <b>ИТОГО</b>                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                        |            |                                                             |            | 108       | 108        |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           | 108 | 108 |
| <b>3.3. Формы контроля и виды самостоятельной работы обучающегося</b>                                                                                                                                                               |  |                                                        |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>Форма контроля</b>                                                                                                                                                                                                               |  | <b>Семестр (офо)/ курс(зфо)</b>                        |            | <b>Нормы времени на самостоятельную работу обучающегося</b> |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                        |            | <b>Вид работы</b>                                           |            |           |            |           |            |           |            |           |           | <b>Нормы времени, час</b>            |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                        |            | Подготовка к лекциям                                        |            |           |            |           |            |           |            |           |           | 0,5 часа на 1 час аудиторных занятий |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>Экзамен</b>                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                        |            | Подготовка к практическим/ лабораторным занятиям            |            |           |            |           |            |           |            |           |           | 1 час на 1 час аудиторных занятий    |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>Зачет</b>                                                                                                                                                                                                                        |  | 2                                                      |            | Подготовка к зачету                                         |            |           |            |           |            |           |            |           |           | 9 часов (офо)                        |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>Курсовой проект</b>                                                                                                                                                                                                              |  |                                                        |            | Выполнение курсового проекта                                |            |           |            |           |            |           |            |           |           | 72 часа                              |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>Курсовая работа</b>                                                                                                                                                                                                              |  |                                                        |            | Выполнение курсовой работы                                  |            |           |            |           |            |           |            |           |           | 36 часов                             |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>Контрольная работа</b>                                                                                                                                                                                                           |  |                                                        |            | Выполнение контрольной работы                               |            |           |            |           |            |           |            |           |           | 9 часов                              |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>РГР</b>                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                        |            | Выполнение РГР                                              |            |           |            |           |            |           |            |           |           | 18 часов                             |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>Реферат/эссе</b>                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                        |            | Выполнение реферата/эссе                                    |            |           |            |           |            |           |            |           |           | 9 часов                              |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |
| <b>4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ</b>                                                               |  |                                                        |            |                                                             |            |           |            |           |            |           |            |           |           |                                      |            |                                     |            |           |           |           |            |              |           |     |     |

| Код занятия | Наименование разделов и тем                                                                                                                                         | Вид занятия | Семестр / курс | К-во ак. часов | Компетенции | Литература                    | Часы в интерактивной форме |                        |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|----------------|-------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------|
|             |                                                                                                                                                                     |             |                |                |             |                               | К-во ак. часов             | Форма занятия          |
|             | <b>Раздел 1. Представление сигналов в цифровом виде и эффекты, возникающие при квантовании сигналов по уровню и времени</b>                                         |             |                |                |             |                               |                            |                        |
| 1.1         | Расчет эффектов, возникающих при квантовании сигналов по уровню и времени.                                                                                          | Пр          | 2/1            | 4              | ПК-8 ПК-4   | Э1 Э2 Э3                      | 4                          | Дискуссия              |
| 1.2         | Цифровое моделирование промышленных объектов с использованием метода дискретно-аналогового моделирования.                                                           | Лаб         | 2/1            | 2              | ПК-8 ПК-4   | Э1 Э2 Э3                      | 0                          |                        |
| 1.3         | Представление сигналов в цифровом виде. Эффекты, возникающие при квантовании сигналов по уровню и времени.                                                          | Ср          | 2/1            | 2              | ПК-8 ПК-4   | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0                          |                        |
|             | <b>Раздел 2. Описание цифровых систем управления</b>                                                                                                                |             |                |                |             |                               |                            |                        |
| 2.1         | Составление дискретных передаточных функций.                                                                                                                        | Пр          | 2/1            | 4              | ПК-8 ПК-4   | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1             | 4                          | Дискуссия              |
| 2.2         | Цифровое моделирование параметрически оптимизируемого регулятора с использованием метода дискретно-аналогового моделирования.                                       | Лаб         | 2/1            | 2              | ПК-8 ПК-4   | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0                          |                        |
| 2.3         | Z – преобразование. Экстраполяторы. Дискретные передаточные функции компьютерного моделирования ЦСУ.                                                                | Ср          | 2/1            | 2              | ПК-8 ПК-4   | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0                          |                        |
|             | <b>Раздел 3. Устойчивость ЦСУ, компенсация полюсов и нулей, влияние недокомпенсации</b>                                                                             |             |                |                |             |                               |                            |                        |
| 3.1         | Расчет устойчивости ЦСУ.                                                                                                                                            | Пр          | 2/1            | 4              | ПК-8 ПК-4   | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1             | 0                          |                        |
| 3.2         | Цифровое моделирование замкнутой системы управления с использованием метода дискретно-аналогового моделирования. Применение различных методов настройки регулятора. | Лаб         | 2/1            | 2              | ПК-8 ПК-4   | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | 2                          | Работа в малых группах |
| 3.3         | Устойчивость ЦСУ, компенсация полюсов и нулей, влияние недокомпенсации.                                                                                             | Ср          | 2/1            | 2              | ПК-8 ПК-4   | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0                          |                        |
|             | <b>Раздел 4. Параметрически оптимизируемые регуляторы ЦСУ</b>                                                                                                       |             |                |                |             |                               |                            |                        |
| 4.1         | Исследование методики получения рекуррентных соотношений ЦСУ.                                                                                                       | Пр          | 2/1            | 4              | ПК-8 ПК-4   | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0                          |                        |
| 4.2         | Цифровое моделирование замкнутой системы управления с использованием метода дискретно-аналогового моделирования. Применение различных методов настройки регулятора. | Лаб         | 2/1            | 4              | ПК-8 ПК-4   | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | 4                          | Работа в малых группах |

|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |     |    |           |                               |   |                        |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----|-----------|-------------------------------|---|------------------------|
| 4.3                                                                      | Использование цифровых методов для непрерывных систем с последующим использованием в стандартных регуляторах П, ПИ, и ПИД ЦСУ. Использование метода цифровой параметрической оптимизации./                                                                                      | Ср  | 2/1 | 2  | ПК-8 ПК-4 | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |                        |
| <b>Раздел 5. Типы регуляторов.</b>                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |     |    |           |                               |   |                        |
| 5.1                                                                      | Изучение методики синтеза цифровых регуляторов.                                                                                                                                                                                                                                 | Пр  | 2/1 | 8  | ПК-8 ПК-4 | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |                        |
| 5.2                                                                      | Исследование влияния параметров дискретизации по уровню и времени регулятора на качество управления                                                                                                                                                                             | Лаб | 2/1 | 4  | ПК-8 ПК-4 | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | 2 | Работа в малых группах |
| 5.3                                                                      | Компенсационные регуляторы: Метод динамической компенсации непрерывных систем. Цифровой метод динамической компенсации. Разновидности компенсационных регуляторов (Далина, Острёма, Калмана. Апериодические регуляторы: Без запаздывания. Повышенного порядка. С запаздыванием. | Ср  | 2/1 | 3  | ПК-8 ПК-4 | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |                        |
| <b>Раздел 6. Метод пространства состояний и его использование в ЦСУ.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |     |    |           |                               |   |                        |
| 6.1                                                                      | изучение метода пространства состояний.                                                                                                                                                                                                                                         | Пр  | 2/1 | 4  | ПК-8 ПК-4 | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |                        |
| 6.2                                                                      | Метод пространства состояний и его использование в ЦСУ.                                                                                                                                                                                                                         | Ср  | 2/1 | 4  | ПК-8 ПК-4 | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |                        |
| <b>Раздел 7. Самостоятельная работа</b>                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |     |    |           |                               |   |                        |
| 7.1                                                                      | Подготовка к практическим занятиям                                                                                                                                                                                                                                              | Ср  | 2/1 | 28 | ПК-8 ПК-4 | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |                        |
| 8.2                                                                      | Подготовка к лабораторным работам                                                                                                                                                                                                                                               | Ср  | 2/1 | 14 | ПК-8 ПК-4 | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |                        |
| <b>Раздел 8. Методы контроля</b>                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |     |    |           |                               |   |                        |
| 8.1                                                                      | Подготовка к зачету.                                                                                                                                                                                                                                                            | Ср  | 2/1 | 9  | ПК-8 ПК-4 | Л1.1 Л2.1<br>Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |                        |

### 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 |                               |                  |       |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|-------|
|                 |                                                                     | Отчет по практическим работам     | Отчет по лабораторным работам | Тестовые задания | Зачет |
| ПК-4            | знает                                                               | +                                 | +                             | +                | +     |
|                 | умеет                                                               |                                   | +                             |                  | +     |
|                 | владеет                                                             | +                                 |                               |                  | +     |
| ПК-8            | знает                                                               | +                                 |                               | +                | +     |
|                 | умеет                                                               | +                                 | +                             |                  | +     |
|                 | владеет                                                             |                                   | +                             |                  | +     |

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

### Критерии формирования оценок по выполнению лабораторных работ

«Зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов в соответствии с заданием, выданным для выполнения лабораторной 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 выполнению практических работ

«Зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов в соответствии с заданием, выданным для выполнения практической 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 выполнению тестовых заданий

«Отлично» (5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 100 – 90% от общего объёма заданных тестовых вопросов.

«Хорошо» (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 89 – 70% от общего объёма заданных тестовых вопросов.

«Удовлетворительно» (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 69 – 60% от общего объёма заданных тестовых вопросов.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) - получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 59% и менее от общего объёма заданных тестовых вопросов.

### Критерии формирования оценок по зачету

«Зачтено» - обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

«Не зачтено» - 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

### Вопросы к зачету:

1. Развитие управляющей вычислительной техники и возможностей реализации ЦСУ разного уровня.
2. Представление сигналов в цифровом виде.
3. Эффекты, возникающие при квантовании сигналов по уровню и времени.
4. Преобразование цифрового сигнала в непрерывный, экстраполяторы их физический смысл, виды и свойства.
5. Дискретные передаточные функции компьютерного моделирования ЦСУ.
6. Устойчивость ЦСУ, компенсация полюсов и нулей.
7. Влияние недокомпенсации.
8. Параметрически - оптимизируемые регуляторы их особенности и правила настройки.
9. Использование цифровых методов для непрерывных систем.
10. Использование цифровых методов для стандартных регуляторов.
11. Использование цифровых методов для П регулятора в ЦСУ.
12. Использование цифровых методов для ПИ регулятора в ЦСУ.
13. Представление непрерывного ПИД регулятора в цифровом виде, реакция цифрового ПИД регулятора на единичное воздействие, модификации цифрового ПИД регулятора.
14. Использование метода цифровой параметрической оптимизации.
15. Компенсационные регуляторы, методика синтеза и особенности.
16. Метод динамической компенсации непрерывных систем.
17. Цифровой метод динамической компенсации.
18. Регулятор Далина.
19. Регулятор Острёма.
20. Регулятор Калмана.
21. Аперидический регулятор без запаздывания.
22. Аперидический регулятор повышенного порядка.
23. Аперидические регуляторы при наличии запаздывания, методика синтеза и особенности.
24. Метод пространства состояний и его использование в ЦСУ.
25. Преобразование непрерывного сигнала в цифровой, основные свойства цифрового сигнала (влияние дискретизации по времени и уровню, эффект транспонирования частот).
26. Получение рекуррентных соотношений методом дискретно-аналогового моделирования.
27. Регуляторы с конечным временем установления (аперидические), методика синтеза и особенности.
28. Проблема выбора интервалов дискретизации в ЦСУ и методы ее решения.

29. Особенности компьютерного моделирования ЦСУ.
30. Цифровые фильтры и их применение в ЦСУ.
31. Особенности использования ИМ постоянной скорости в ЦСУ.
32. Особенности использования ИМ пропорциональной скорости в ЦСУ.
33. Z - преобразование, его основные свойства и область применения, дискретные передаточные функции цифровых систем управления и их свойства, полюса дискретной передаточной функции и анализ устойчивости ЦСУ.

#### 5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

##### Описание процедуры оценивания «Тестирование».

Тестирование по дисциплине проводится с использованием ресурсов электронной образовательной среды «Moodle» (режим доступа: <http://do.samgups.ru/moodle/>). Количество тестовых заданий и время задается системой. Во время проведения тестирования обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, справочной литературой, калькулятором. Результат каждого обучающегося оценивается в соответствии с универсальной шкалой, приведенной в пункте 5.2.

##### Описание процедуры оценивания «Защита отчета по лабораторным работам».

Защита отчета по лабораторной работе 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 «Защита отчета по практическим работам».

Защита отчета по практической работе 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 «Зачет».

Зачет принимается устно по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет содержит 3 – вопроса включающих в себя два теоретических вопроса из первого раздела в первом семестре и второго раздела в третьем семестре, третий вопрос представляет собой практическую задачу.

При проведении зачета в форме устного ответа на вопросы билета обучающемуся предоставляется 20 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету не должен превышать 0,25 часа. Ответ обучающегося оценивается в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

При проведении зачета в форме тестирования в системе «Moodle» (режим доступа: <http://do.samgups.ru/moodle/>) количество тестовых заданий и время задается системой. Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, справочной литературой, калькулятором. Результат каждого обучающегося оценивается в соответствии с универсальной шкалой, приведенной в пункте 5.2.

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

##### 6.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

###### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы,       | Заглавие                                                              | Издательство, год   | Кол-во |
|------|---------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|
| Л1.1 | Солонина А.И. | Цифровая обработка сигналов. Моделирование в Simulink: Дополнительная | БХВ-Петербург, 2012 | 15     |

###### 6.1.2 Дополнительная литература

|      | Авторы,                                | Заглавие                                                                    | Издательство, год                    | Кол-во |
|------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------|
| Л2.1 | Айфичер, Эммануил С, Джервис, Барри У. | Цифровая обработка сигналов: практический подход, 2-е издание.: Пер.с англ. | М.: Издательский дом «Вильямс», 2004 | 1      |

###### 6.2 Методические разработки

|     | Авторы, составители | Заглавие                                                                                                                                                                     | Издательство, год     | Кол-во |
|-----|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------|
| М 1 | Авсиевич А. В.      | Цифровая реализация непрерывного регулятора: метод. указ. к вып. лаб. работ по дисц. Цифровые сист. упр. для магистров по напр. подгот. Сист. анализ и упр. очн. формы обуч. | Самара: СамГУПС, 2014 | 2      |

##### 6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

|    | Наименование ресурса                          | Эл.адрес                                                                |
|----|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Э1 | Дистанционные образовательные ресурсы СамГУПС | <a href="http://do.samgups.ru/moodle/">http://do.samgups.ru/moodle/</a> |
| Э2 | MATLAB.Exponenta                              | <a href="http://matlab.exponenta.ru/">http://matlab.exponenta.ru/</a>   |
| Э3 | Google-академия                               | <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>     |

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

Для освоения дисциплины обучающемуся необходимо: систематически посещать практические занятия; активно участвовать в обсуждении предложенных вопросов и выполнять лабораторные работы; успешно пройти все формы текущего контроля; успешно пройти промежуточную аттестацию.

Для теоретического и практического усвоения дисциплины большое значение имеет самостоятельная работа обучающихся, которая может осуществляться как индивидуально, так и под руководством обучающего.

Данная работа предполагает самостоятельное изучение обучающимся отдельных тем (см. п.4), дополнительную подготовку к каждому лекционному и практическому занятию.

Самостоятельная работа обучающихся является важной формой образовательного процесса. Она реализуется вне рамок расписания, а также в библиотеке, дома.

Цель самостоятельной работы - научить обучающегося осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы повысить уровень освоения компетенций, а также привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию.

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

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

### 8.1 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

|       |                   |
|-------|-------------------|
| 8.1.1 | MatLab, Simulink, |
|-------|-------------------|

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

Аудитории для проведения занятий укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами для представления учебной информации студентам. Лабораторные и практические работы проводятся в компьютерном классе с ЭВМ (всего 12 машин). На каждом компьютере установлен лицензионный программный пакет MatLab, Simulink.