

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цифровые системы автоматического управления**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **27.04.04 Управление в технических системах**

Направленность (профиль): **Управление и автоматизация технологических процессов и производств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**

Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**

Курс: **1**

Семестр: **1**

Учебный план набора 2015 года

**Распределение рабочего времени**

| № | Виды учебной деятельности    | 1 семестр | Всего | Единицы |
|---|------------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                       | 18        | 18    | часов   |
| 2 | Практические занятия         | 12        | 12    | часов   |
| 3 | Лабораторные работы          | 16        | 16    | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий     | 46        | 46    | часов   |
| 5 | Из них в интерактивной форме | 18        | 18    | часов   |
| 6 | Самостоятельная работа       | 62        | 62    | часов   |
| 7 | Всего (без экзамена)         | 108       | 108   | часов   |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена  | 36        | 36    | часов   |
| 9 | Общая трудоемкость           | 144       | 144   | часов   |
|   |                              | 4.0       | 4.0   | 3.E     |

Экзамен: 1 семестр

Томск 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.04.04 Управление в технических системах, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

доцент каф. КСУП

\_\_\_\_\_ А. Г. Карпов

Заведующий обеспечивающей каф.  
КСУП

\_\_\_\_\_ Ю. А. Шурыгин

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФВС

\_\_\_\_\_ Л. А. Козлова

Заведующий выпускающей каф.  
КСУП

\_\_\_\_\_ Ю. А. Шурыгин

Эксперт:

профессор каф. КСУП

\_\_\_\_\_ В. М. Зюзьков

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

дать понятия о цифровых системах автоматике, их современной технической реализации и методах их анализа и проектирования.

### 1.2. Задачи дисциплины

- ознакомление студентов с цифровыми системами регулирования, их типовыми схемами и элементами,
- привитие студентам навыков анализа и синтеза цифровых систем управления, в том числе с мини- и микро- ЭВМ в контуре управления,
- привитие студентам навыков экспериментального исследования цифровых систем автоматического управления.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Цифровые системы автоматического управления» (Б1.В.ОД.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Современные проблемы теории управления.

Последующими дисциплинами являются: Компьютерные технологии управления в технических системах, Математическое моделирование объектов и систем управления.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОК-3 готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности;
- ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;
- ПК-1 способностью формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач;
- ПК-2 способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки;
- ПК-5 способностью анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** основные положения теории цифровых систем управления (ЦСУ), принципы и методы построения, преобразования моделей ЦСУ, методы расчёта ЦСУ по линейным и нелинейным непрерывным и дискретным моделям объектов при детерминированных и случайных воздействиях
- **уметь** применять принципы и методы построения цифровых моделей, методы анализа и синтеза при проектировании и исследовании цифровых систем и средств управления
- **владеть** принципами и методами анализа и синтеза цифровых систем и средств автоматического управления

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности  | Всего часов | Семестры  |
|----------------------------|-------------|-----------|
|                            |             | 1 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 46          | 46        |
| Лекции                     | 18          | 18        |

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| Практические занятия  | 12  | 12  |
| Лабораторные работы   | 16  | 16  |
| Из них в интерактивной форме                                      | 18  | 18  |
| Самостоятельная работа (всего)                                    | 62  | 62  |
| Оформление отчетов по лабораторным работам                        | 16  | 16  |
| Проработка лекционного материала                                  | 7   | 7   |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 27  | 27  |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 12  | 12  |
| Всего (без экзамена)  | 108 | 108 |
| Подготовка и сдача экзамена                                       | 36  | 36  |
| Общая трудоемкость ч  | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы  | 4.0 | 4.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины   | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|--|--------|----------------------|---------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1 семестр  |        |                      |                     |                        |                            |                         |
| 1 Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования.             | 2      | 0                    | 0                   | 1                      | 3                          | ОПК-2, ПК-1             |
| 2 Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах | 2      | 2                    | 0                   | 11                     | 15                         | ОК-3, ПК-1, ПК-5        |
| 3 Метод z-преобразования   | 4      | 2                    | 0                   | 9                      | 15                         | ОПК-2, ПК-1, ПК-2       |
| 4 Метод пространства состояний   | 4      | 2                    | 4                   | 13                     | 23                         | ОК-3, ОПК-2, ПК-2, ПК-5 |
| 5 Моделирование систем управления с применением цифровых методов                 | 2      | 0                    | 4                   | 5                      | 11                         | ОК-3, ПК-2, ПК-5        |
| 6 Анализ цифровых систем управления  | 2      | 4                    | 0                   | 5                      | 11                         | ОК-3, ОПК-2, ПК-2, ПК-5 |
| 7 Синтез цифровых систем   | 2      | 2                    | 8                   | 18                     | 30                         | ОК-3, ОПК-2, ПК-5       |
| Итого за семестр   | 18     | 12                   | 16                  | 62                     | 108                        |                         |
| Итого  | 18     | 12                   | 16                  | 62                     | 108                        |                         |

## 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов  | Содержание разделов дисциплины по лекциям  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|--|-----------------|-------------------------|
| 1 семестр  |  |                 |                         |
| 1 Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования.             | Типовые структурные и функциональные схемы цифровых систем автоматизации. Объекты цифровых систем управления. Характеристики объектов, их математическое описание. Элементы цифровых систем: устройство связи объектом, аналого-цифровой преобразователь, цифроаналоговый преобразователь, устройство выборки и хранения, мультиплексор и демультиплексор.   | 2               | ОПК-2, ПК-1             |
|  | Итого  | 2               |                         |
| 2 Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах | Преобразование и обработка сигналов в цифровых системах управления. Математическое описание процесса квантования. Понятие идеального квантователя. Реальный квантователь. Восстановление сигнала по дискретным выборкам. Устройства восстановления (фильтрации) сигнала.   | 2               | ОК-3, ПК-5              |
|  | Итого  | 2               |                         |
| 3 Метод z-преобразования   | Основы метода. Понятие z-преобразования. Импульсная (дискретная) передаточная функция. Структурный анализ цифровых систем. Исследование процессов между моментами квантования: метод дробного квантования и модифицированное z-преобразование.   | 4               | ОПК-2, ПК-1             |
|  | Итого  | 4               |                         |
| 4 Метод пространства состояний   | Особенности метода пространства состояний в применении к цифровым системам. Уравнения состояния. Прямое и обратное время в уравнениях состояния. Решение дискретных уравнений состояния. Переходная (фундаментальная) матрица. Связь уравнений состояния с передаточной функцией. Понятие диаграммы состояния. Методы декомпозиции передаточной функции. Связь между управляемостью, наблюдаемостью и передаточными функциями. | 4               | ПК-2                    |

|  |   |    |             |
|--|---|----|-------------|
|  | ми.   |    |             |
|  | Итого   | 4  |             |
| 5 Моделирование систем управления с применением цифровых методов | Применения устройств выборки и хранения. Методы численного интегрирования. Метод z-форм. Метод пространства состояний с применением УВХ.  | 2  | ПК-5        |
|  | Итого   | 2  |             |
| 6 Анализ цифровых систем управления                              | Устойчивость, необходимое и достаточное условие устойчивости. Дискретные аналоги критериев устойчивости: алгебраические критерии, критерий устойчивости Михайлова и Найквиста. Переходные процессы, ошибки в типовых режимах.   | 2  | ОПК-2, ПК-5 |
|  | Итого   | 2  |             |
| 7 Синтез цифровых систем   | Методы синтеза цифровых систем. Синтез аналоговых регуляторов: последовательных, в обратной связи. Реализация и синтез цифровых регуляторов. Цифровой ПИД-регулятор. Синтез систем с минимальным временем переходного процесса. | 2  | ОПК-2       |
|  | Итого   | 2  |             |
| Итого за семестр   |   | 18 |             |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин                                      | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Предшествующие дисциплины                                   |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 Современные проблемы теории управления                    |   |   |   |   |   | + | + |
| Последующие дисциплины                                      |   |   |   |   |   |   |   |
| 1 Компьютерные технологии управления в технических системах | +   |   |   |   |   |   | + |
| 2 Математическое моделирование объектов и систем управления |   | + |   |   | + |   |   |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий |                      |                     |                        | Формы контроля   |
|-------------|--------------|----------------------|---------------------|------------------------|--|
|             | Лекции       | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |  |
| ОК-3        | +            | +                    | +                   | +                      | Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |
| ОПК-2       | +            |                      |                     | +                      | Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе                                   |
| ПК-1        | +            | +                    |                     | +                      | Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |
| ПК-2        | +            | +                    | +                   | +                      | Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |
| ПК-5        | +            | +                    | +                   | +                      | Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы                       | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лабораторные занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|-------|
| 1 семестр                    |                                    |                                    |                      |       |
| Презентации с использованием |                                    |                                    | 4                    | 4     |

|                                   |   |   |   |    |
|-----------------------------------|---|---|---|----|
| интерактивной доски с обсуждением |   |   |   |    |
| Разработка проекта                | 8 |   |   | 8  |
| Исследовательский метод           |   | 6 |   | 6  |
| Итого за семестр:                 | 8 | 6 | 4 | 18 |
| Итого                             | 8 | 6 | 4 | 18 |

### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов  | Наименование лабораторных работ   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|---|-----------------|-------------------------|
| 1 семестр  |   |                 |                         |
| 4 Метод пространства состояний                                   | Получение и анализ уравнений состояния цифровой системы автоматического управления  | 4               | ОК-3, ПК-2              |
|  | Итого   | 4               |                         |
| 5 Моделирование систем управления с применением цифровых методов | Исследование цифровых моделей систем регулирования  | 4               | ОК-3, ПК-2              |
|  | Итого   | 4               |                         |
| 7 Синтез цифровых систем   | Синтез последовательного цифрового регулятора методом билинейного преобразования. Изучение устройства, свойств и методов синтеза цифровых ПИД-регуляторов | 8               | ОК-3, ПК-5              |
|  | Итого   | 8               |                         |
| Итого за семестр   |   | 16              |                         |

### 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов  | Наименование практических занятий (семинаров)                  | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|--|--|-----------------|-------------------------|
| 1 семестр  |  |                 |                         |
| 2 Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах | Ошибки квантования и восстановления сигналов.                  | 2               | ОК-3, ПК-1              |
|  | Итого  | 2               |                         |
| 3 Метод z-преобразования   | Составление передаточных функций и метод дробного квантования. | 2               | ПК-2                    |



|                                     |  |    |            |
|-------------------------------------|--|----|------------|
|                                     | Итого  | 2  |            |
| 4 Метод пространства состояний      | Решение дискретных уравнений состояния. Переходная(фундаментальная) матрица. | 2  | ПК-2, ПК-5 |
|                                     | Итого  | 2  |            |
| 6 Анализ цифровых систем управления | Критерии устойчивости. Ошибки в типовых режимах.                             | 4  | ОК-3, ПК-2 |
|                                     | Итого  | 4  |            |
| 7 Синтез цифровых систем            | Методы синтеза цифровых систем.  | 2  | ПК-5       |
|                                     | Итого  | 2  |            |
| Итого за семестр                    |  | 12 |            |

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов  | Виды самостоятельной работы                                       | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля   |
|--|---|-----------------|-------------------------|--|
| 1 семестр  |   |                 |                         |  |
| 1 Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования.             | Проработка лекционного материала                                  | 1               | ОПК-2, ПК-1             | Контрольная работа, Экзамен  |
|  | Итого   | 1               |                         |  |
| 2 Математическое описание процессов квантования и фильтрации в цифровых системах | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2               | ОК-3, ПК-1, ПК-5        | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен                               |
|  | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8               |                         |  |
|  | Проработка лекционного материала                                  | 1               |                         |  |
|  | Итого   | 11              |                         |  |
| 3 Метод z-преобразования   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2               | ПК-2, ОПК-2, ПК-1       | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Экзамен |
|  | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 6               |                         |  |
|  | Проработка лекционного материала                                  | 1               |                         |  |
|  | Итого   | 9               |                         |  |
| 4 Метод пространства состояний   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2               | ПК-2, ПК-5,             | Конспект самоподготовки, Контрольная работа,   |

|  |   |    |                                  |  |
|--|---|----|----------------------------------|--|
|  | рам   |    | ОПК-2,<br>ОК-3                   | Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Экзамен  |
|  | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 6  |                                  |  |
|  | Проработка лекционного материала                                  | 1  |                                  |  |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам                        | 4  |                                  |  |
|  | Итого   | 13 |                                  |  |
| 5 Моделирование систем управления с применением цифровых методов | Проработка лекционного материала                                  | 1  | ПК-5,<br>ОК-3,<br>ПК-2           | Отчет по лабораторной работе, Экзамен  |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам                        | 4  |                                  |  |
|  | Итого   | 5  |                                  |  |
| 6 Анализ цифровых систем управления                              | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 4  | ОК-3,<br>ПК-2,<br>ОПК-2,<br>ПК-5 | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен                               |
|  | Проработка лекционного материала                                  | 1  |                                  |  |
|  | Итого   | 5  |                                  |  |
| 7 Синтез цифровых систем   | Подготовка к практическим занятиям, семинарам                     | 2  | ПК-5,<br>ОПК-2,<br>ОК-3          | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Экзамен |
|  | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 7  |                                  |  |
|  | Проработка лекционного материала                                  | 1  |                                  |  |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам                        | 8  |                                  |  |
|  | Итого   | 18 |                                  |  |
| Итого за семестр   |   | 62 |                                  |  |
|  | Подготовка и сдача экзамена                                       | 36 |                                  | Экзамен  |
| Итого  |   | 98 |                                  |  |

### 9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

1. Управляемость и наблюдаемость в цифровых системах.
2. Теоремы о
3. наблюдаемости и управляемости.
4. Связь между управляемостью,
5. наблюдаемостью и передаточными функциями.
6. Теоремы об инвариантности
7. управляемости и наблюдаемости.
8. Квантование непрерывных сигналов.
9. Виды квантования.
10. Ошибки квантования по уровню.

11. Синтез систем с минимальным
12. временем переходного процесса.
13. Синтез систем в пространстве состояний.
14. Ограничения метода z-преобразования

### 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности    | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|----------------------------------|--|---|---|------------------|
| 1 семестр                        |  |   |   |                  |
| Конспект самоподготовки          | 2  | 4   | 6   | 12               |
| Контрольная работа               | 7  | 5   | 7   | 19               |
| Отчет по индивидуальному заданию | 3  | 3   | 3   | 9                |
| Отчет по лабораторной работе     |  | 15  | 15  | 30               |
| Итого максимум за период         | 12   | 27  | 31  | 70               |
| Экзамен                          |  |   |   | 30               |
| Нарастающим итогом               | 12   | 39  | 70  | 100              |

#### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки                       | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ         | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3      |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ         | 2      |

#### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС)          | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS)         |
|-----------------------|--|-----------------------|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100   | A (отлично)           |
| 4 (хорошо) (зачтено)  | 85 - 89  | B (очень хорошо)      |
|                       | 75 - 84  | C (хорошо)            |
|                       | 70 - 74  | D (удовлетворительно) |

|                                      |                |                         |
|--------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 65 - 69        |                         |
|                                      | 60 - 64        | Е (посредственно)       |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Карпов А.Г. Цифровые системы автоматического регулирования. Учебное пособие. - Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2015. - 216 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)

2. Цифровые системы автоматического регулирования: Учебное пособие для магистров направления подготовки "Управление в технических системах" 27.04.04 / Карпов А. Г. - 2015. 216 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6244>, дата обращения: 26.05.2017.

### 12.2. Дополнительная литература

1. Карпов А.Г. Математические основы теории систем. Учебное пособие. - Томск: ТМЛ-Пресс, 2013. - 316 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

2. Карпов А.Г. Теория автоматического управления. Часть 1: Учеб. пособие – Томск: ТМЛ-Пресс, 2011, 212 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

3. Математические основы теории систем: Учебное пособие для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 / Карпов А. Г. - 2013. 318 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6242>, дата обращения: 26.05.2017.

4. Теория автоматического управления. Часть 1: Учебное пособие для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 / Карпов А. Г. - 2011. 212 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6249>, дата обращения: 26.05.2017.

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Цифровые системы автоматического управления: Учебное методическое пособие для магистров направления подготовки «Управление в технических системах» 27.04.04 / Карпов А. Г. - 2016. 38 с. Самостоятельная работа - 9-15 с. Практические занятия - 16-23 с. Лабораторные занятия - 24-38 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6245>, дата обращения: 26.05.2017.

#### 12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

##### Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

##### Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

##### Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Отсутствуют

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 15, оборудованная интерактивной доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

#### **13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий**

Для проведения практических (семинарских) занятий используются учебные аудитории, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 323, 327, 329, 330. Состав оборудования: Компьютерный класс с выходом в интернет. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ**

Для проведения лабораторных занятий используются учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 330. Состав оборудования: Компьютерный класс с выходом в интернет. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 3 этаж, ауд. 331. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 7 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

### **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## **14. Фонд оценочных средств**

### **14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации**

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей,

промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

#### **14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

| Категории студентов                           | Виды дополнительных оценочных средств   | Формы контроля и оценки результатов обучения   |
|---|---|--|
| С нарушениями слуха                           | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы                        | Преимущественно письменная проверка  |
| С нарушениями зрения                          | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам   | Преимущественно устная проверка (индивидуально)  |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата   | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами  |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы         | Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

#### **14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

##### **Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

##### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

##### **Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Цифровые системы автоматического управления**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **27.04.04 Управление в технических системах**

Направленность (профиль): **Управление и автоматизация технологических процессов и производств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**

Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**

Курс: **1**

Семестр: **1**

Учебный план набора 2015 года

Разработчик:

– доцент каф. КСУП А. Г. Карпов

Экзамен: 1 семестр

Томск 2017

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код   | Формулировка компетенции  | Этапы формирования компетенций   |
|-------|---|--|
| ПК-5  | способностью анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения                | Должен знать основные положения теории цифровых систем управления (ЦСУ), принципы и методы построения, преобразования моделей ЦСУ, методы расчёта ЦСУ по линейным и нелинейным непрерывным и дискретным моделям объектов при детерминированных и случайных воздействиях;<br>Должен уметь применять принципы и методы построения цифровых моделей, методы анализа и синтеза при проектировании и исследовании цифровых систем и средств управления;<br>Должен владеть принципами и методами анализа и синтеза цифровых систем и средств автоматического управления; |
| ПК-2  | способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки |  |
| ПК-1  | способностью формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач   |  |
| ОПК-2 | способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры  |  |
| ОК-3  | готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности  |  |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии         | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|-------------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень)     | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы   |
| Хорошо (базовый уровень)      | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области                                   | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования  | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый) | Обладает базовыми общими знаниями   | Обладает основными умениями, требуемыми   | Работает при прямом наблюдении   |



|          |  |                              |  |
|----------|--|------------------------------|--|
| уровень) |  | для выполнения простых задач |  |
|----------|--|------------------------------|--|

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-5

ПК-5: способностью анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|----------------------------------|--|--|---|
| Содержание этапов                | методы анализа цифровых систем управления  | анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию цифровых систем автоматического управления, готовить научные публикации и заявки на изобретения  | методами теоретических и экспериментальных исследований цифровых систем автоматического управления  |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                    | Знать   | Уметь   | Владеть   |
|---------------------------|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• классические (частотные) методы анализа устойчивости, устано-</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• определять устойчивость, точность и показатели качества пере-</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно владеть основными методами анализа устойчивости,</li> </ul> |

|                                       |  |  |   |
|---------------------------------------|--|--|---|
|                                       | <p>вившихся и переходных процессов в цифровых системах автоматического управления;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы анализа устойчивости, установленных и переходных процессов в цифровых системах автоматического управления в пространстве состояний;</li> </ul>  | <p>ходных процессов классическими методами и методами пространства состояний в цифровых системах автоматического управления;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• оформлять заявки на изобретения;</li> <li>• оформлять научные статьи;</li> </ul> | <p>точности и качества работы цифровых систем автоматического управления;</p>   |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• классические (частотные) методы анализа устойчивости и установленных процессов в цифровых системах автоматического управления;</li> <li>• методы анализа устойчивости и установленных процессов в цифровых системах автоматического управления в пространстве состояний;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• определять устойчивость и точность классическими методами и методами пространства состояний в цифровых системах автоматического управления;</li> <li>• оформлять научные статьи;</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• некоторыми методами анализа устойчивости и точности цифровых систем автоматического управления;</li> </ul>   |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• классические (частотные) методы анализа устойчивости и установленных процессов в цифровых системах автоматического управления;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• определять устойчивость и точность классическими методами в цифровых системах автоматического управления;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• хотя бы одним методом анализа устойчивости и точности цифровых систем автоматического управления;</li> </ul> |

## 2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав            | Знать  | Уметь  | Владеть  |
|-------------------|--|--|--|
| Содержание этапов | современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей цифровых систем автоматического управления      | применять математические модели объектов и процессов для исследования цифровых систем автоматического управления                       | методами и приемами математического моделирования цифровых систем автоматического управления   |
| Виды занятий      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> </ul> |

|                                  |   |   |  |
|----------------------------------|---|---|--|
|                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>  |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul> |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                    | Знать  | Уметь  | Владеть  |
|---------------------------|--|--|--|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные методы и средства для создания математических моделей процессов и объектов управления;</li> <li>• условия применимости математических моделей процессов и объектов управления для проведения исследований цифровых систем;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно обосновывать и применять методы проведения экспериментов при создании математических моделей процессов и объектов автоматизации;</li> <li>• применять основные методы и средства для получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления различной физической природы;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно владеет разными средствами при проведении вычислительных экспериментов с моделями процессов и объектов автоматизации и управления;</li> <li>• способен руководить междисциплинарной командой;</li> <li>• свободно владеет методиками получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления разного типа;</li> </ul> |
| Хорошо (базовый уровень)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• аргументирует выбор методов и средств для создания математических моделей процессов и объектов управления;</li> <li>• некоторые программные средства для создания математических моделей процессов и объектов управления;</li> <li>• графически иллюстрирует решение задачи;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять методы проведения вычислительных экспериментов при создании математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления;</li> <li>• применять некоторые программные средства для получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управле-</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• способен работать в междисциплинарной команде;</li> <li>• владеет некоторыми средствами при проведении экспериментов с моделями процессов и объектов автоматизации и управления;</li> <li>• владеет методикой получения математических моделей процессов и объектов автоматиза-</li> </ul>  |

|                                       |   |  |  |
|---------------------------------------|---|--|--|
|                                       |   | ния;   | ции и управления различного типа;  |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>формулировку основных понятий в области создания математических моделей процессов и объектов управления;</li> <li>по крайней мере один из методов для создания моделей типовых процессов или объектов управления и автоматизации;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>получать математические модели типовых процессов и объектов автоматизации и управления;</li> <li>представлять результаты своей работы;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>владеет терминологией предметной области знания;</li> <li>владеет хотя бы одним методом получения математических моделей типовых процессов и объектов с применением стандартных программных средств;</li> </ul> |

### 2.3 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью формулировать цели, задачи научных исследований в области автоматического управления, выбирать методы и средства решения задач.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|----------------------------------|--|--|---|
| Содержание этапов                | принципы работы, методы исследования цифровых систем автоматического управления, виды и формы их математического описания  | формулировать проблемную ситуацию в области автоматического управления и находить связь между сформулированной задачей и методами её решения   | методами и приёмами исследования цифровых систем автоматического управления и регулирования с привлечением соответствующего математического аппарата  |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>Контрольная работа;</li> <li>Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>Конспект самоподготовки;</li> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Контрольная работа;</li> <li>Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>Конспект самоподготовки;</li> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>  |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в та-

блице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                                | Знать  | Уметь   | Владеть   |
|---------------------------------------|--|---|---|
| Отлично (высокий уровень)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципы построения цифровых систем автоматического управления;</li> <li>• структуру и состав цифровых систем автоматического управления;</li> <li>• постановку задач автоматического управления с применением цифровых средств;</li> <li>• основные методы и средства решения задач автоматического управления с помощью цифровых средств;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ставить и решать задачи автоматического управления с помощью цифровых средств;</li> <li>• выбирать методы и средства решения задач анализа и проектирования цифровых систем управления в зависимости от условий работы;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно владеет инструментами теории цифровых систем автоматического управления в формализации постановки задачи, ее решения, в анализе и проверки решения ;</li> <li>• может научить другого;</li> </ul>   |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• принципы построения цифровых систем автоматического управления;</li> <li>• структуру и состав цифровых систем автоматического управления;</li> <li>• постановку задач автоматического управления с применением цифровых средств;</li> <li>• некоторые методы и средства решения задач автоматического управления с помощью цифровых средств;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• решать задачи автоматического управления с помощью цифровых средств;</li> <li>• применять выбранный метод для решения задач анализа и проектирования цифровых систем управления;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• самостоятельно применяет основные инструменты теории цифровых систем автоматического управления в формализации постановки задачи, ее решения, в анализе и проверки решения ;</li> </ul>  |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• постановку задач автоматического управления с применением цифровых средств;</li> <li>• принципы построения цифровых систем автоматического управления;</li> <li>• хотя бы один метод исследования цифровых систем автоматического управления;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять выбранный метод для решения задач анализа цифровых систем управления;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет терминологией предметной области знания;</li> <li>• работая в команде, может под руководством, применяя инструментарий теории цифрового автоматического управления, участвовать в формализации постановки задачи, ее решения, в анализе и проверки решения;</li> </ul> |

## 2.4 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|----------------------------------|--|--|---|
| Содержание этапов                | базовые методы и инструменты проведения исследований и реализации поставленных задач с использованием полученных ранее знаний  | обобщить полученный опыт   | методами и средствами анализа и синтеза цифровых систем управления  |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>   |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                    | Знать   | Уметь   | Владеть   |
|---------------------------|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• методы анализа и синтеза цифровых систем автоматического управления в частотной области и в пространстве состояний;</li> <li>• концепцию построения цифровых систем управления;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать математический аппарат для анализа и синтеза цифровых систем автоматического управления как классическими методами, так и методами пространства состояний;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• классическими методами и методами пространства состояний для анализа и проектирования цифровых систем автоматического управления;</li> </ul> |
| Хорошо (базовый уровень)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• концепцию построения цифровых систем управления;</li> <li>• методы анализа и</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать математический аппарат для анализа и синтеза цифровых систем автоматического управления;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• классическими методами для анализа и проектирования цифровых систем автоматического управления;</li> </ul>                                   |

|                                       |   |  |  |
|---------------------------------------|---|--|--|
|                                       | синтеза цифровых систем автоматического управления в частотной области ;  | ческого управления классическими методами;   | ского управления;  |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• концепцию построения цифровых систем управления;</li> <li>• методы анализа цифровых систем автоматического управления в частотной области ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать математический аппарат для анализа цифровых систем автоматического управления классическими методами;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• классическими методами для анализа цифровых систем автоматического управления;</li> </ul> |

### 2.5 Компетенция ОК-3

ОК-3: готовностью к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|----------------------------------|--|--|---|
| Содержание этапов                | основные приемы общения, социально- психологические особенности работы в коллективе  | общаться с коллегами, вести продуктивный диалог и добиваться результата, работая в команде   | методами ведения совместной деятельности  |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul> |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|--------|-------|-------|---------|
|--------|-------|-------|---------|

|                                       |   |  |  |
|---------------------------------------|---|--|--|
| Отлично (высокий уровень)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• нормы культуры речи;</li> <li>• методику организации деловых переговоров;</li> <li>• основные изобразительно-выразительные средства русского языка;</li> <li>• средства аргументации;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• рассказать о своих достижениях в профессиональной области на конференции;</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• нормами современного языка и культуры речи;</li> <li>• знаниями об изобразительно-выразительных средствах языка;</li> <li>• навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики;</li> <li>• методами и средствами логически доказательной аргументации в официально-деловом общении;</li> </ul> |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• нормы культуры речи;</li> <li>• средства аргументации;</li> <li>• основные изобразительно-выразительные средства русского языка;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• рассказать о своих достижениях в профессиональной области студенту сокурснику;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• нормами современного языка и культуры речи;</li> <li>• знаниями об изобразительно-выразительных средствах языка;</li> <li>• навыками публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики;</li> </ul>   |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• нормы культуры речи;</li> <li>• основные изобразительно-выразительные средства русского языка;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• рассказать о своих достижениях в профессиональной области преподавателю;</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• нормами современного языка и культуры речи;</li> </ul>  |

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются 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, в следующем составе.

#### 3.1 Вопросы на самоподготовку

- Управляемость и наблюдаемость в цифровых системах.
- Теоремы о наблюдаемости и управляемости.
- Связь между управляемостью, наблюдаемостью и передаточными функциями.
- Теоремы об инвариантности управляемости и наблюдаемости.
- Квантование непрерывных сигналов.
- Виды квантования.
- Ошибки квантования по уровню.
- Синтез систем с минимальным временем переходного процесса.
- Синтез систем в пространстве состояний.



- Ограничения метода z-преобразования

### **3.2 Темы индивидуальных заданий**

- Элементы цифровых систем
- Восстановитель Шеннона
- Метод модифицированного z-преобразования
- Управляемость и наблюдаемость цифровых систем
- Микропроцессор как управляющее устройство в системах регулирования

### **3.3 Экзаменационные вопросы**

- Управляемость и наблюдаемость в цифровых системах.
- Теоремы о наблюдаемости и управляемости.
- Связь между управляемостью, наблюдаемостью и передаточными функциями.
- Теоремы об инвариантности управляемости и наблюдаемости.
- Квантование непрерывных сигналов.
- Виды квантования.
- Ошибки квантования по уровню.
- Синтез систем с минимальным временем переходного процесса.
- Синтез систем в пространстве состояний.

### **3.4 Темы контрольных работ**

- Устойчивость цифровых систем
- Метод пространства состояний
- Квантование сигналов во времени
- Прохождение сигнала через линейную дискретную систему

### **3.5 Темы лабораторных работ**

- Получение и анализ уравнений состояния цифровой системы автоматического управления
- Исследование цифровых моделей систем регулирования
- Синтез последовательного цифрового регулятора методом билинейного преобразования.
- Изучение устройства, свойств и методов синтеза цифровых ПИД-регуляторов

## **4 Методические материалы**

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### **4.1. Основная литература**

1. Карпов А.Г. Цифровые системы автоматического регулирования. Учебное пособие. - Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2015. - 216 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)
2. Цифровые системы автоматического регулирования: Учебное пособие для магистров направления подготовки "Управление в технических системах" 27.04.04 / Карпов А. Г. - 2015. 216 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6244>, свободный.

### **4.2. Дополнительная литература**

1. Карпов А.Г. Математические основы теории систем. Учебное пособие. - Томск: ТМЛ-

Пресс, 2013. - 316 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

2. Карпов А.Г. Теория автоматического управления. Часть 1: Учеб. пособие – Томск: ТМЛ-Пресс, 2011, 212 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

3. Математические основы теории систем: Учебное пособие для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 / Карпов А. Г. - 2013. 318 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6242>, свободный.

4. Теория автоматического управления. Часть 1: Учебное пособие для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 / Карпов А. Г. - 2011. 212 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6249>, свободный.

#### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Цифровые системы автоматического управления: Учебное методическое пособие для магистров направления подготовки «Управление в технических системах» 27.04.04 / Карпов А. Г. - 2016. 38 с. Самостоятельная работа - 9-15 с. Практические занятия - 16-23 с. Лабораторные занятия - 24-38 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6245>, свободный.

#### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. Отсутствуют