

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 07.10.2023 14:53:00  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742755c180100

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета машиностроения  
/ Е.В.Сафонов/  
« 19 » 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Компьютерные технологии управления в технических  
системах»**

Направление подготовки

**27.04.04 Управление в технических системах**

Образовательная программа (профиль подготовки)

**«Автономные информационные управляющие системы»**

Квалификация (степень) выпускника:

**Магистр**


Форма обучения:

**Очная**

Москва 2022

Программа дисциплины «Компьютерные технологии управления в технических системах» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах» по профилю подготовки «Автономные информационные управляющие системы».

Программу составил:

 Б.В. Кириличев – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика и управление»

Программа дисциплины «Компьютерные технологии управления в технических системах» по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах» и профилю подготовки «Автономные информационные управляющие системы» утверждена на заседании кафедры «Автоматика и управление»

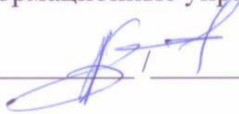
Заведующий кафедрой

доцент, к.т.н.



/А.В. Кузнецов/

Программа согласована с руководителем образовательной программы по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах», профиль подготовки «Автономные информационные управляющие системы».

  
«31» 8 2022 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Машиностроения

Председатель комиссии



/А.М. Васильев

«13» 09 2022 г. Протокол: 14-22

|                                 |                        |
|---------------------------------|------------------------|
| Присвоен регистрационный номер: | 27.04.04.02/01.2022.13 |
|---------------------------------|------------------------|

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

### **1.1. Цели дисциплины**

К **основным целям** освоения дисциплины «Компьютерные технологии управления в технических системах» следует отнести:

- формирование у студентов знаний общих принципов, методов и алгоритмов, применяемых при управлении в дискретных и цифровых технических системах;
- подготовку студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой магистра по направлению.

### **1.2. Задачи дисциплины**

- Ознакомление с краткой историей развития компьютерной техники и сферами ее применения в технических системах;
- ознакомление с основными идеями, концепциями, тенденциями развития, понятиями, теоремами, моделями и алгоритмами, относящимися к компьютерным технологиям управления в технических системах;
- изучение преимуществ компьютерных технологий управления в технических системах;
- изучение теоретических основ и математического описания дискретных систем, их элементов, преобразователей и прохождения сигналов через них, в том числе изучение z-преобразования и его применения для анализа и синтеза дискретных СУ;
- изучение методов синтеза и реализации цифровых регуляторов;
- изучение структуры, характеристик и функциональных возможностей использования программного пакета MatLab для моделирования цифровых СУ;
- анализ и синтез дискретных СУ с помощью программного пакета MatLab.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры**

Дисциплина «Компьютерные технологии управления в технических системах» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору (Б.1.ДВ.4) базового цикла (Б1) основной образовательной программы магистратуры. Она связана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

*В базовой части Блока 1(Б.1.1):*

- Математическое моделирование объектов и систем управления;
- История, методология и современные проблемы теории управления.

*В вариативной части Блока 1(Б.1.2):*

- Цифровая обработка сигналов;
- Системный анализ в управлении техническими системами.

*В дисциплинах по выбору Блока 1 (Б.1.3):*

- Проектирование микропроцессорных систем управления.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

| Код компетенции | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать   | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине. Обучающийся должен   |
|-----------------|---|---|
| ОПК-3           | Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники. | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные теоретические и экспериментальные методы и алгоритмы разработки и исследования дискретных и цифровых систем управления (СУ);</li> <li>- существующие виды математических моделей цифровых СУ;</li> <li>- структуру, характеристики и функциональные возможности программного пакета MatLab для моделирования цифровых СУ;</li> <li>- современные компьютерные технологии управления, применяемые в технических системах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах;</li> <li>- производить расчеты и моделирование цифровых СУ, в том числе в среде MatLab, для решения задач управления в технических системах;</li> <li>- применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками по практическому применению методов и алгоритмов для решения задач управления в технических системах.</li> </ul> |

### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, т.е. 144 академических часа (из них 48 час аудиторных занятий, 96 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Компьютерные технологии управления в технических системах» изучаются на втором курсе. В третьем семестре выделяется 16 часов лекций, 16 часов практических работ и 16 часа лабораторных работ.

**Третий семестр:** лекции – 16 часов, лабораторные работы – 16 часов, практические работы – 16 часов, форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Компьютерные технологии управления в технических системах» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

## Содержание разделов дисциплины

### Третий семестр

#### Введение

Краткая история развития компьютерной техники и сферы ее применения в технических системах. Цифровые системы и компьютерные технологии управления. Основные идеи, концепции, тенденции развития, понятия и теоремы, относящиеся к компьютерным технологиям управления в технических системах.

#### Применение цифровых систем управления

Применение цифровых СУ в промышленности при управлении производственными процессами, в металлургии, в химическом производстве, в авиастроении и авиации, в космонавтике, на транспорте при управлении движущимися объектами, в энергетике при управлении гидроагрегатами и ядерными установками. Связь роста цифровых СУ с ростом производства и совершенствованием компьютерной техники. Преимущества компьютерных технологий управления. Сферы применения цифровых устройств в СУ.

#### Дискретные системы

Теоретические основы и математическое описание дискретных систем, их элементов и преобразователей. Дискретизация сигналов по времени. Теорема Котельникова. Виды квантования по времени. Линейные импульсные системы. Амплитудно-импульсная, широтно-импульсная, время-импульсная модуляция. Помехозащищенность дискретных систем. Квантование по времени и по уровню. Цифровые системы. Идеальный квантователь. Цифроаналоговый преобразователь. Экстраполяторы нулевого и первого порядка. Прохождение сигналов через дискретные СУ.

#### $z$ -преобразование

$z$ -преобразование и его применение для анализа и синтеза дискретных СУ.  $z$ -преобразования простых функций. Таблица  $z$ -преобразований. Свойства  $z$ -преобразования.  $z$ -передаточная функция разомкнутой системы. Методы определения обратного  $z$ -преобразования. Метод разложения в степенной ряд. Метод разложения на простые дроби. Использование формулы обращения.

#### Замкнутые дискретные системы

Передаточная функция разомкнутой системы. Передаточная функция и структурная схема замкнутой СУ. Определение реакции замкнутой дискретной СУ. Переходные функции системы 2-го порядка. Сравнение переходных функций непрерывной и дискретной системы 2-го порядка.

## **Устойчивость дискретных систем**

Анализ устойчивости на z-плоскости. Устойчивость замкнутой дискретной СУ 2-го порядка. Характеристическое уравнение и его корни. Зависимость устойчивости дискретной системы 2-го порядка от коэффициента усиления (в отличие от аналогичной непрерывной системы). Определение значения коэффициента усиления, соответствующего границе устойчивости дискретной системы.

## **Качество дискретных систем 2-го порядка**

Качество дискретных систем 2-го порядка. Качество дискретных СУ 2-го порядка с использованием оценки ИКО. Построение оптимальной кривой качества, оцениваемого с помощью ИКО, для СУ 2-го порядка.

## **Корневой годограф цифровых систем управления**

Построение корневого годографа для дискретной системы с заданной ПФ в MatLab. Применение функций `rlocus` и `rlocfind` к дискретным системам в MatLab.

## **Анализ цифровых систем управления с помощью MatLab**

Анализ дискретных СУ с помощью MatLab. Применение функций `step`, `impulse`, `lsim` к дискретным системам в MatLab. Переход от непрерывных моделей к дискретным моделям СУ и обратно с помощью функций MatLab `s2d` и `d2c`. Получение переходной характеристики дискретной системы.

## **Синтез цифровых регуляторов**

Метод синтеза цифрового регулятора. Реализация цифрового ПИД-регулятора. Синтез цифрового регулятора для СУ чтением информации с диска СУ с помощью MatLab.

## **5. Образовательные технологии**

Методика преподавания дисциплины «Компьютерные технологии управления в технических системах» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;
- выполнение лабораторных работ в лабораториях вуза;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме устного опроса;
- проведение интерактивных занятий по подготовке к компьютерному тестированию с использованием программного комплекса «ТестСтудио», разработанного под руководством Б.В.Кириличева на кафедре «Автоматика и управление» (ранее – «Автоматика, информатика и системы управления»);
- использование интерактивных форм текущего контроля в форме аудиторного компьютерного тестирования с использованием программного комплекса «ТестСтудио» кафедры «Автоматика и управление».

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении

образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Компьютерные технологии управления в технических системах» и в целом по дисциплине составляет около 40% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 50 % от объема аудиторных занятий.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

В процессе обучения используются следующие оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций, оценочные формы самостоятельной работы студентов:

### **В третьем семестре**

- индивидуальный опрос студентов;
- защита лабораторных работ;
- компьютерное тестирование по материалам лекций и лабораторных работ в режиме промежуточного контроля с элементами подсказки и обучения;
- компьютерное тестирование по материалам лекций в режиме итогового контроля;
- зачет по материалам третьего семестра.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы, включенные в тесты достижений открытой формы, используемые программным комплексом «ТестСтудио».

### **6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).**

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

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

| <b>Код компетенции</b> | <b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>                                    |
|------------------------|---|
| ОПК-3                  | Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники. |

В процессе освоения образовательной программы данная компетенция, в том числе ее отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания.

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

| Показатель  | Критерии оценивания  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
|   | 2  | 3   | 4  | 5  |
| <p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные теоретические и экспериментальные методы и алгоритмы разработки и исследования дискретных и цифровых систем управления (СУ);</li> <li>- существующие виды математических моделей цифровых СУ;</li> <li>- структуру, характеристики и функциональные возможности программного пакета MatLab для моделирования цифровых СУ;</li> <li>- современные компьютерные технологии управления, применяемые в технических системах.</li> </ul> | <p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные теоретические и экспериментальные методы и алгоритмы разработки и исследования дискретных и цифровых систем управления (СУ);</li> <li>- существующие виды математических моделей цифровых СУ;</li> <li>- структуру, характеристики и функциональные возможности программного пакета MatLab для моделирования цифровых СУ;</li> <li>- современные компьютерные технологии управления, применяемые в технических системах.</li> </ul> | <p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные теоретические и экспериментальные методы и алгоритмы разработки и исследования дискретных и цифровых систем управления (СУ);</li> <li>- существующие виды математических моделей цифровых СУ;</li> <li>- структуру, характеристики и функциональные возможности программного пакета MatLab для моделирования цифровых СУ;</li> <li>- современные компьютерные технологии управления, применяемые в технических системах.</li> </ul> <p>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний:</p> <p>Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные теоретические и экспериментальные методы и алгоритмы разработки и исследования дискретных и цифровых систем управления (СУ);</li> <li>- существующие виды математических моделей цифровых СУ;</li> <li>- структуру, характеристики и функциональные возможности программного пакета MatLab для моделирования цифровых СУ;</li> <li>- современные компьютерные технологии управления, применяемые в технических системах.</li> </ul> <p>Свободно оперирует приобретенными знаниями.</p> |
| <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать методы и разрабатывать</li> </ul>  | <p>Обучающийся не умеет или в недостаточной</p>  | <p>Обучающийся демонстрирует неполное</p>   | <p>Обучающийся демонстрирует частичное</p>   | <p>Обучающийся демонстрирует полное</p>  |



|   |  |  |   |   |
|---|--|--|---|---|
| <p>алгоритмы решения задач управления в технических системах;<br/>- производить расчеты и моделирование цифровых СУ, в том числе в среде MatLab, для решения задач управления в технических системах;<br/>- применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления.</p> | <p>степени умеет:<br/>- выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах;<br/>- производить расчеты и моделирование цифровых СУ, в том числе в среде MatLab, для решения задач управления в технических системах;<br/>- применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления.</p> | <p>соответствие следующих умений:<br/>- выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах;<br/>- производить расчеты и моделирование цифровых СУ, в том числе в среде MatLab, для решения задач управления в технических системах;<br/>- применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления.<br/>Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p> | <p>соответствие следующих умений:<br/>- выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах;<br/>- производить расчеты и моделирование цифровых СУ, в том числе в среде MatLab, для решения задач управления в технических системах;<br/>- применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления.<br/>Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p> | <p>соответствие следующих умений:<br/>- выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах;<br/>- производить расчеты и моделирование цифровых СУ, в том числе в среде MatLab, для решения задач управления в технических системах;<br/>- применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления.<br/>Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p> |
| <p><b>владеть:</b><br/>- навыками по практическому применению методов и алгоритмов для решения задач управления в технических системах.</p>   | <p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет - навыками по практическому применению методов и алгоритмов для решения задач управления в технических системах.</p>   | <p>Обучающийся в недостаточной степени владеет навыками по практическому применению методов и алгоритмов для решения задач управления в технических системах.<br/>Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>  | <p>Обучающийся частично владеет навыками по практическому применению методов и алгоритмов для решения задач управления в технических системах.<br/>Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>   | <p>Обучающийся в полном объеме владеет навыками по практическому применению методов и алгоритмов для решения задач управления в технических системах.<br/>Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>  |

## Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

### Форма промежуточной аттестации: компьютерное тестирование

*Критерий оценки.* Студенту предлагается тест, содержащий порядка 50 вопросов. Результаты итогового теста оцениваются по шкале от 0 до 100 баллов. Освоение компетенций зависит от результата прохождения теста: 91-100 баллов – компетенции считаются освоенными на высоком уровне (оценка отлично); 80-90 баллов – компетенции считаются освоенными на продвинутом уровне (оценка отлично); 65-79 баллов – компетенции считаются освоенными на базовом уровне (оценка хорошо); 50-64 баллов – компетенции считаются освоенными на удовлетворительном уровне (оценка удовлетворительно); 0-49 баллов – компетенции считаются не освоенными (оценка неудовлетворительно).

### Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Компьютерные технологии управления в технических системах» (выполнили лабораторные работы, прошли промежуточный контроль в виде компьютерного тестирования).

| Шкала оценивания | Описание  |
|------------------|---|
| Зачтено          | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Не зачтено       | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.                           |

Фонд оценочных средств представлен в приложении 2 к рабочей программе.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Р.Дорф, Р.Бишоп. Современные системы управления; Пер. с англ. Б.И.Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2012. – 832 с.: илл. ISBN 978-5-93208-119-8 (русск.)
2. Кириличев Б.В. Моделирование систем: Учебное пособие. – М.: МГИУ, 2010. – 274 с. ISBN 978-5-2760-1647-4.

### **б) дополнительная литература:**

1. Советов Б.Я, Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб. для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2001.– 343 с.: ил. ISBN 5-06-003860-2.

### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте <http://lib.mami.ru/ebooks/> в разделе «Библиотека».

[http://sernam.ru/book\\_gen.php](http://sernam.ru/book_gen.php) Научная библиотека.

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

- 1) Компьютерные классы кафедры «Автоматика и управление»: ауд. 2614ав, 2507ав.

Оборудование и аппаратура: проектор, ноутбук, материалы в электронном виде для лекций и лабораторных работ.

Программное обеспечение: программный комплекс «MatLab», программный комплекс «SimInTech».

- 2) Библиотека с читальным залом, книжный фонд которой составляет специализированная методическая и учебная литература, журналы.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов применения методов ИИ, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

### **Задачи самостоятельной работы студента:**

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

### **Виды внеаудиторной самостоятельной работы:**

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы.

### **Вопросы, выносимые на самостоятельную работу (ПК-3)**

#### **Семестр 3**

- Программный пакет MatLab. Возможности моделирования дискретных и цифровых систем (с использованием справочной системы пакета);
- Программный пакет SimInTech. Возможности моделирования дискретных и цифровых систем (с использованием справочной системы пакета).

### **10. Методические рекомендации для преподавателя**

Основное внимание при преподавании дисциплины «Компьютерные технологии управления в технических системах» следует уделять изучению существующих и перспективных методов и алгоритмов цифрового управления в технических системах. Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций, компьютерное тестирование в среде ТестСтудио в режиме обучения.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, тексты лекций с иллюстрациями и анимацией, информационные ресурсы Интернета;
- программный пакет MatLab;
- программный пакет SimInTech.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки магистров **27.04.04 «Управление в технических системах»**, образовательная программа (профиль) «**Автономные информационные управляющие системы**».

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 27.04.04 Управление в технических системах  
ОП (профиль): «Автономные информационные управляющие системы»  
Форма обучения: очная  
Вид профессиональной деятельности:  
производственно-технологическая, организационно-управленческая

Кафедра «Автоматика и управление»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Компьютерные технологии управления в технических системах**

Состав:

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:  
перечень вопросов для зачета  
образцы вопросов из фонда тестовых заданий  
перечень лабораторных работ

**Составители:**

доцент, к.т.н. Кириличев Б.В.

Москва, 2022 год



**Компьютерные технологии управления в технических системах**

| Компетенции  |   | Перечень компонентов   | Технология формирования компетенций   | Форма оценочного средства** | Степени уровней освоения компетенций  |
|--------------|---|--|---|-----------------------------|---|
| Индекс       | Формулировка  |  |   |                             |   |
| <b>ОПК-3</b> | Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники. | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные теоретические и экспериментальные методы и алгоритмы разработки и исследования дискретных и цифровых систем управления (СУ);</li> <li>- существующие виды математических моделей цифровых СУ;</li> <li>- структуру, характеристики и функциональные возможности программного пакета MatLab для моделирования цифровых СУ;</li> <li>- современные компьютерные технологии управления, применяемые в технических системах.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в технических системах;</li> <li>- производить расчеты и</li> </ul> | лекция, самостоятельная работа, лабораторные работы, практические/семинарские занятия, тестирование | Т, УО, ЛР                   | <p><b>Базовый уровень:</b> воспроизводство полученных знаний в ходе текущего контроля; умение решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам.</p> <p><b>Повышенный уровень:</b> практическое применение полученных знаний в процессе изучения дисциплины; готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.</p> |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  | <p>моделирование цифровых СУ, в том числе в среде MatLab, для решения задач управления в технических системах;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения систем автоматизации и управления.</li></ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- навыками по практическому применению методов и алгоритмов для решения задач управления в технических системах.</li></ul> |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|



## Перечень оценочных средств по дисциплине

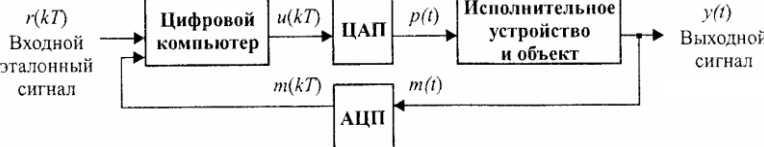
### «Компьютерные технологии управления в технических системах»

| № ОС | Наименование оценочного средства    | Краткая характеристика оценочного средства  | Представление оценочного средства в ФОС    |
|------|-------------------------------------|---|--|
| 1    | Устный опрос/<br>собеседование (УО) | Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. | Вопросы по темам/разделам дисциплины       |
| 2    | Тест (Т)                            | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.  | Фонд тестовых заданий                      |
| 3    | Лабораторные работы (ЛР)            | Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов  | Перечень лабораторных работ и их оснащение |

### Перечень вопросов к зачету (ОПК-3)

| Текст вопроса  |
|--|
| Дискретизация сигналов по времени. Теорема Котельникова  |
| Виды квантования по времени. Линейные импульсные системы   |
| Амплитудно-импульсная, широтно-импульсная, время-импульсная модуляция  |
| Помехозащищенность дискретных систем   |
| Сферы применения цифровых устройств в системах управления  |
| Обзор процесса совершенствования компьютеров   |
| Квантование по уровню. Релейные системы  |
| Квантование по времени и по уровню. Цифровые системы   |
| Преимущества цифрового управления  |
| Идеальный квантователь и сигналы на его выходе   |
| Экстраполятор нулевого порядка и его реакция на различные входные сигналы  |
| Ошибка квантования по амплитуде и точность цифровой системы управления   |
| z-преобразование   |
| Свойства z-преобразования  |
| z-преобразование единичной ступенчатой функции   |
| z-преобразование экспоненты  |
| z-преобразование синусоиды   |
| Способы получения обратного z-преобразования   |
| Получение обратного z-преобразования выходного сигнала путем разложения ПФ разомкнутой системы на простые дроби                  |
| Передаточная функция и структурная схема замкнутой дискретной системы  |
| Определение реакции замкнутой дискретной системы управления  |
| Сравнение переходных функций непрерывной и дискретной системы 2-го порядка   |
| Устойчивость дискретных систем. Анализ устойчивости на z-плоскости   |
| Устойчивость замкнутой дискретной СУ. Характеристическое уравнение и его корни   |
| Зависимость устойчивости дискретной системы 2-го порядка от коэффициента усиления (в отличие от аналогичной непрерывной системы) |
| Качество дискретных СУ 2-го порядка  |
| Качество дискретных СУ 2-го порядка с использованием оценки ИКО  |
| Синтез дискретной системы  |
| Замкнутые СУ с цифровой коррекцией   |
| Метод синтеза цифрового регулятора   |
| Реализация цифровых регуляторов  |
| Реализация цифрового ПИД-регулятора  |
| Анализ дискретных СУ с помощью MatLab  |
| Применение функций step, impulse, Isim к дискретным системам в MatLab  |
| Построение корневого годографа для дискретной системы с заданной ПФ в MatLab   |
| Применение функции rlocus к дискретным системам в MatLab   |
| Определение значения коэффициента усиления, соответствующего границе устойчивости дискретной системы                             |
| Синтез цифрового регулятора для СУ чтением информации с диска  |
| Применение функции rlocfind к дискретным системам в MatLab   |

**Образцы вопросов из фонда тестовых заданий (ОПК-3)**

| № п/п | Текст вопроса  | Варианты ответов   |
|-------|--|--|
| 1     | Какие функции в системе управления может выполнять компьютер?  | Регулятора<br>Корректирующего устройства<br>Объекта регулирования<br>Регулятора и/или корректирующего устройства<br>Исполнительного устройства<br>Измерительного устройства<br>Измерительного и/или преобразующего устройства                |
| 2     | Дискретный сигнал можно преобразовать в область переменной $s$ , а затем в область переменной $z$ с помощью соотношения:                                 | $z = e^{sT}$<br>$z = e^{-sT}$<br>$s = e^{zT}$<br>$s = e^{-zT}$<br>$z = \ln(sT)$  |
| 3     | Какой по характеру сигнал на выходе объекта?<br>                      | Дискретный<br>Цифровой<br>Линейный<br>Случайный<br>Аналоговый  |
| 4     | Какие факторы позволили автоматизировать производственные процессы и управление движущимися объектами, используя компьютер непосредственно в контуре СУ? | Увеличение быстродействия микропроцессоров<br>Миниатюризация микропроцессоров<br>Удешевление микропроцессоров<br>Увеличение быстродействия, миниатюризация и удешевление микропроцессоров<br>Это делали и раньше, не дожидаясь этих факторов |
| 5     | Каковы были характеристики процессора INTEL8086, появившегося в 1976 году?   | Количество транзисторов - 29000, тактовая частота - 10000 Гц<br>Количество транзисторов - 90000, тактовая частота - 100 МГц<br>Количество транзисторов - 10000, тактовая частота - 1000 Гц   |
| 6     | Каковы преимущества цифровых систем управления?  | Повышенная точность выработки управляющих воздействий<br>Повышенная чувствительность алгоритмов управления<br>Возможность работы с мощными сигналами<br>Повышенная чувствительность к воздействию помех<br>Повышенная точность измерений     |
| 7     | За счет чего цифровые системы обеспечивают повышенную точность измерений?  | За счет уникальных свойств цифровой аппаратуры<br>За счет неограниченного количества разрядов цифровых   |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | устройств и датчиков<br>За счет того, что цифровые датчики и устройства работают с маломощными сигналами  |
| 8  | Чем ограничена точность компьютера?   | Вариативностью машинного слова<br>Величиной оперативной памяти<br>Быстродействием процессора<br>Ошибкой округления<br>Величиной разрядной сетки |
| 9  | Какой сигнал описывает приведенная формула?<br>$r^*(t) = \sum_{k=0}^{\infty} r(kT)\delta(t - kT)$   | Сигнал экстраполятора 0-го порядка<br>z-преобразование входного сигнала<br>Выходной сигнал ЭПО<br>Выходной сигнал идеального квантователя       |
| 10 | Какая из формул соответствует z-преобразованию произвольной функции времени?  | $\sum_{k=0}^{\infty} z^{-k}$<br>$\frac{1}{1-z^{-1}}$<br>$\sum_{k=0}^{\infty} r(kT)z^{-k}$<br>$\sum_{k=0}^{\infty} (ze^{aT})^{-k}$               |
| 11 | Каково z-преобразование для $x(t+T)$ ?  | $-Tz \cdot dX(z)/dz$<br>$X_1(z)+X_2(z)$<br>$zX(z)-zx(0)$<br>$Tz[X_1(z)+X_2(z)]$   |
| 12 | Какая из формул соответствует z-преобразованию $\delta$ -функции?<br>$\delta(t) = \begin{cases} 1, & t = 0, \\ 0, & t = kT, k \neq 0 \end{cases}$ | $1$<br>$z^{-k}$<br>$\frac{z}{z-1}$<br>$\frac{z}{z-e^{-aT}}$<br>$\frac{Tz}{(z-1)^2}$   |
| 13 | Чему равно z-преобразование для начального значения $x(0)$ ?  | $\lim_{z \rightarrow 1} (z-1)X(z)$<br>$X(ze^{aT})$<br>$\lim_{z \rightarrow 0} X(z)$<br>$zX(z)-zx(0)$<br>$\lim_{z \rightarrow \infty} X(z)$      |
| 14 | Чему равно z-преобразование для конечного значения $x(\infty)$ ?  | $\lim_{z \rightarrow 1} (z-1)X(z)$<br>$X(ze^{aT})$  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | $\lim_{z \rightarrow 0} X(z)$   |
|    |  | $zX(z) - zX(0)$   |
|    |  | $\lim_{z \rightarrow \infty} X(z)$  |
| 15 | Назовите способы получения обратного $z$ -преобразования для получения выходного сигнала $y(t)$ .  | Разложение $Y(z)$ в степенной ряд   |
|    |  | Разложение $Y(z)$ на простые дроби  |
|    |  | Использование формулы обращения   |
|    |  | Все способы, указанные в других ответах   |
|    |  | Способы, использующие разложения  |
|    |  | Способы, использующие обращение   |
| 16 | Совпадают ли переходные процессы в непрерывной и дискретной СУ?  | Да  |
|    |  | В пределах 5%-ной погрешности   |
|    |  | В пределах 10%-ной погрешности  |
|    |  | Это зависит от периода дискретизации $T$  |
|    |  | Нет   |
| 17 | Каково условие устойчивости замкнутой дискретной СУ?   | Все нули ее ПФ должны быть расположены на $z$ -плоскости снаружи единичной окружности   |
|    |  | Все нули ее ПФ должны быть расположены на $z$ -плоскости внутри единичной окружности    |
|    |  | Все полюсы ее ПФ должны быть расположены на $z$ -плоскости на единичной окружности      |
|    |  | Все полюсы ее ПФ должны быть расположены на $z$ -плоскости снаружи единичной окружности |
|    |  | Все полюсы ее ПФ должны быть расположены на $z$ -плоскости внутри единичной окружности  |
| 18 | Какие применяются меры для улучшения качества дискретных систем?   | Увеличение периода квантования  |
|    |  | Повышение частоты дискретизации   |
|    |  | Применение цифровой коррекции   |
|    |  | Использование аналоговых устройств  |
|    |  | Включение в схему экстраполятора  |
| 19 | В какой системе управления (без дополнительных мер) переходные процессы имеют лучшее качество: в непрерывной или в аналогичной дискретной? | В непрерывной   |
|    |  | В дискретной  |
|    |  | Качество одинаковое   |
| 20 | Какому виду цифровых регуляторов соответствует $z$ -ПФ:<br>$K_2 \frac{Tz}{z-1} + K_3 \frac{z-1}{Tz}$                                       | ПИ  |
|    |  | ПД  |
|    |  | П   |
|    |  | ПИД   |
|    |  | ИД  |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 21 | График какой фигуры строится с помощью скрипта?<br><br><code>x=[-1:0.1:1]; y=sqrt(1-x.^2);<br/>plot(x,y,'--',x,-y,'--')</code> | Квадрат со стороной, равной 1  |
|    |  | Окружность единичного радиуса  |
|    |  | Прямоугольник со сторонами 1 и 2   |
|    |  | Парабола   |
| 22 | Укажите правильную формулировку теоремы Котельникова   | Частота дискретизации по времени полезного сигнала должна как минимум вдвое превышать максимальную граничную частоту его спектра |
|    |  | Частота дискретизации по времени должна быть как минимум вдвое меньше максимальной граничной частоты спектра полезного сигнала   |
|    |  | Частота дискретизации по времени полезного сигнала должна как минимум вдвое превышать минимальную частоту его спектра            |
|    |  | Максимальная граничная частота в спектре полезного сигнала должна как минимум вдвое превышать частоту дискретизации по времени   |
| 23 | Что означает скрипт, приведенный ниже?<br><br><code>[sysd]=c2d(sysc,T,'zoh')</code>  | Преобразование ПФ sysd с периодом квантования T в непрерывную форму  |
|    |  | Преобразование ПФ sysd с периодом квантования T и с учетом экстраполятора в непрерывную форму                                    |
|    |  | Преобразование ПФ sysc в дискретную форму с периодом квантования T   |
|    |  | Преобразование ПФ sysc в дискретную форму с периодом квантования T и с учетом экстраполятора 0-го порядка                        |

### Перечень лабораторных работ

| № п/п            | Наименование  | Оснащение                   | Кол-во часов |
|------------------|---|-----------------------------|--------------|
| <b>3 семестр</b> |   |                             |              |
| 1                | Лабораторная работа №1 «Ознакомление с возможностями программного пакета MatLab по моделированию дискретных СУ» | Программный комплекс MatLab | 2            |
| 2                | Лабораторная работа №2 «Дискретные системы. Влияние периода квантования на качество передачи информации».       | Программный комплекс MatLab | 2            |
| 3                | Лабораторная работа №3 «Анализ дискретных СУ с помощью MatLab. Применение функций impulse, step».               | Программный комплекс MatLab | 2            |
| 4                | Лабораторная работа №4 «Анализ дискретных СУ с помощью MatLab».   | Программный комплекс MatLab | 2            |

|   |   |                                  |           |
|---|---|----------------------------------|-----------|
|   | Переход от непрерывных моделей к дискретным моделям СУ и обратно с помощью функций MatLab c2d и d2c».   |                                  |           |
| 5 | Лабораторная работа №5 «Анализ дискретных СУ с помощью MatLab. Применение функции Isim для определения реакции дискретной системы на сигнал произвольного вида» | Программный комплекс MatLab      | 2         |
| 6 | Лабораторная работа №6 «Сравнение переходных функций непрерывной и дискретной системы 2-го порядка в среде MatLab».   | Программный комплекс MatLab      | 2         |
| 7 | Лабораторная работа №7 «Анализ устойчивости дискретной СУ»  | Программный комплекс MatLab      | 2         |
| 8 | Лабораторная работа №8 «Построение корневого годографа для дискретной системы с заданной ПФ в MatLab. Применение функций rlocus и rlocfind».                    | Программный комплекс MatLab      | 2         |
|   |   | <b>Итого часов в 3 семестре:</b> | <b>16</b> |

### Примерные вопросы к защите лабораторных работ

#### К лабораторной работе №1

1. С какими объектами приходится иметь дело пользователю при работе в среде MatLab?
2. Что представляет собой MatLab по существу?
3. Какими возможностями моделирования дискретных систем обладает программный пакет MatLab?

#### К лабораторной работе №2

1. Что может произойти в дискретной системе с увеличением периода квантования?
2. Становится ли система нелинейной после квантования по времени?
3. Какая функция MatLab позволяет преобразовать непрерывную СУ в дискретную?

#### К лабораторной работе №3

1. Для чего предназначена функция step?
2. Предназначение функции impulse?

#### К лабораторной работе №4

1. Как обозначается экстраполятор в MatLab?

2. С помощью какой функции MatLab происходит преобразование непрерывной системы в дискретную?

3. С помощью какой функции MatLab происходит преобразование дискретной системы в непрерывную?

#### **К лабораторной работе №5**

1. Какая функция MatLab позволяет найти реакцию системы на произвольный входной сигнал?

2. С помощью какого соотношения можно получить z-функцию объекта?

#### **К лабораторной работе №6**

1. Как построить переходную функцию СУ с помощью MatLab?

2. В какой из систем: непрерывной или дискретной, – переходная функция лучше?

#### **К лабораторной работе №7**

1. Каково условие устойчивости замкнутой дискретной системы?

2. С помощью какой функции строится граница устойчивости дискретной системы?

#### **К лабораторной работе №8**

1. С помощью, какой функции строится корневой годограф?

2. Для чего предназначена функция rlocfind?

3. Каково назначение функции rlocus?



**Структура и содержание дисциплины «Компьютерные технологии управления в технических системах»  
по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах» и  
профилю подготовки «Автономные информационные управляющие системы»**

| № №<br>п/п       | Раздел   | Семестр  | Неделя<br>семестра | Виды учебной работы,<br>включая самостоятельную<br>работу студентов, и<br>трудоемкость в часах |          |          |          |     | Виды<br>самостоятельной<br>работы<br>студентов |    |         |    | Формы<br>аттеста<br>ции |   |  |
|------------------|--|----------|--------------------|--|----------|----------|----------|-----|--|----|---------|----|-------------------------|---|--|
|                  |  |          |                    | Л  | П/С      | Лаб      | СРС      | КСР | ПЛ<br>Р  | СИ | Ре<br>ф | КР | Э                       | З |  |
| <b>Семестр 3</b> |  |          |                    |  |          |          |          |     |  |    |         |    |                         |   |  |
| <b>1.1</b>       | <b>Введение.</b> Краткая история развития компьютерной техники и сферы ее применения в технических системах. Цифровые системы и компьютерные технологии управления. Основные идеи, концепции, тенденции развития, понятия, относящиеся к компьютерным технологиям управления в технических системах. | <b>3</b> | <b>1</b>           | <b>1</b>   |          |          | <b>4</b> |     |  |    |         |    |                         |   |  |
| <b>1.2</b>       | Лабораторная работа №1 «Ознакомление с возможностями программного пакета MatLab по моделированию дискретных СУ»  | <b>3</b> | <b>1</b>           |  |          | <b>2</b> |          |     | <b>4</b>                                       |    |         |    |                         |   |  |
| <b>1.3</b>       | Защита лабораторной работы №1 «Ознакомление с возможностями программного пакета MatLab по моделированию дискретных СУ»   | <b>3</b> | <b>1</b>           |  | <b>2</b> |          |          |     | <b>2</b>                                       |    |         |    |                         |   |  |

|      |  |   |   |   |   |   |   |  |   |  |  |  |  |
|------|--|---|---|---|---|---|---|--|---|--|--|--|--|
| 1.4  | <b>Применение цифровых систем управления.</b> Связь роста цифровых СУ с ростом производства и совершенствованием компьютерной техники. Применение цифровых СУ в различных сферах производства и управления. Линейные импульсные системы. Помехозащищенность дискретных систем. | 3 | 2 | 1 |   |   | 4 |  |   |  |  |  |  |
| 1.5  | Лабораторная работа №2 «Дискретные системы. Влияние периода квантования на качество передачи информации».  | 3 | 2 |   |   | 2 |   |  | 4 |  |  |  |  |
| 1.6  | Защита лабораторной работы №2 «Дискретные системы. Влияние периода квантования на качество передачи информации».   | 3 | 2 |   | 2 |   |   |  | 2 |  |  |  |  |
| 1.7  | <b>Дискретные системы.</b> Теоретические основы и математическое описание дискретных систем, их элементов и преобразователей. Дискретизация сигналов по времени. Теорема Котельникова. Виды квантования по времени.  | 3 | 3 | 1 |   |   | 4 |  |   |  |  |  |  |
| 1.8  | Лабораторная работа №3 «Анализ дискретных СУ с помощью MatLab. Применение функций step, impulse, Isim».  | 3 | 3 |   |   | 2 |   |  | 4 |  |  |  |  |
| 1.9  | Защита лабораторной работы №3 «Анализ дискретных СУ с помощью MatLab. Применение функций step, impulse, Isim».   | 3 | 3 |   | 2 |   |   |  | 2 |  |  |  |  |
| 1.10 | <b>Дискретные системы.</b> Квантование по времени и по уровню. Цифровые системы.   | 3 | 4 | 1 |   |   | 4 |  |   |  |  |  |  |
| 1.11 | Лабораторная работа №4 «Анализ дискретных СУ с помощью MatLab. Переход от непрерывных моделей к дискретным моделям СУ и обратно с помощью функций MatLab c2d и   | 3 | 4 |   |   | 2 |   |  | 4 |  |  |  |  |

|             |  |          |          |          |          |          |          |  |          |  |  |  |  |  |
|-------------|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|----------|--|--|--|--|--|
|             | d2c».  |          |          |          |          |          |          |  |          |  |  |  |  |  |
| <b>1.12</b> | Защита лабораторной работы №4 «Анализ дискретных СУ с помощью MatLab. Переход от непрерывных моделей к дискретным моделям СУ и обратно с помощью функций MatLab c2d и d2c».  | <b>3</b> | <b>4</b> |          | <b>2</b> |          |          |  | <b>2</b> |  |  |  |  |  |
| <b>1.13</b> | <b>z-преобразование.</b> z-преобразование и его применение для анализа и синтеза дискретных СУ. z-преобразования простых функций. Таблица z-преобразований. Свойства z-преобразования. z-передаточная функция разомкнутой системы. | <b>3</b> | <b>5</b> | <b>1</b> |          |          | <b>4</b> |  |          |  |  |  |  |  |
| <b>1.14</b> | Лабораторная работа №5 «Анализ дискретных СУ с помощью MatLab. Получение переходной характеристики дискретной системы».  | <b>3</b> | <b>5</b> |          |          | <b>2</b> |          |  | <b>4</b> |  |  |  |  |  |
| <b>1.15</b> | Защита лабораторной работы №5 «Анализ дискретных СУ с помощью MatLab. Получение переходной характеристики дискретной системы».   | <b>3</b> | <b>5</b> |          | <b>2</b> |          |          |  | <b>2</b> |  |  |  |  |  |
| <b>1.16</b> | <b>Замкнутые дискретные системы.</b> Передаточная функция разомкнутой системы. Передаточная функция и структурная схема замкнутой СУ. Определение реакции замкнутой дискретной СУ.   | <b>3</b> | <b>6</b> | <b>1</b> |          |          | <b>4</b> |  |          |  |  |  |  |  |
| <b>1.17</b> | Лабораторная работа №6 «Сравнение переходных функций непрерывной и дискретной системы 2-го порядка в среде MatLab».  | <b>3</b> | <b>6</b> |          |          | <b>2</b> |          |  | <b>4</b> |  |  |  |  |  |
| <b>1.18</b> | Защита лабораторной работы №6 «Сравнение переходных функций непрерывной и  | <b>3</b> | <b>6</b> |          | <b>2</b> |          |          |  | <b>2</b> |  |  |  |  |  |

|             |  |          |           |          |          |          |          |          |  |  |  |  |  |  |
|-------------|--|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|--|--|--|--|--|
|             | дискретной системы 2-го порядка в среде MatLab».   |          |           |          |          |          |          |          |  |  |  |  |  |  |
| <b>1.19</b> | <b>Устойчивость дискретных систем.</b> Анализ устойчивости на z-плоскости. Устойчивость замкнутой дискретной СУ 2-го порядка. Характеристическое уравнение и его корни.  | <b>3</b> | <b>7</b>  | <b>1</b> |          |          | <b>4</b> |          |  |  |  |  |  |  |
| <b>1.20</b> | Лабораторная работа №7 «Анализ устойчивости дискретной СУ»   | <b>3</b> | <b>7</b>  |          |          | <b>2</b> |          | <b>4</b> |  |  |  |  |  |  |
| <b>1.21</b> | Защита лабораторной работы №7 «Анализ устойчивости дискретной СУ»  | <b>3</b> | <b>7</b>  |          | <b>2</b> |          |          | <b>2</b> |  |  |  |  |  |  |
| <b>1.22</b> | <b>Устойчивость дискретных систем.</b> Зависимость устойчивости дискретной системы 2-го порядка от коэффициента усиления (в отличие от аналогичной непрерывной системы). | <b>3</b> | <b>8</b>  | <b>1</b> |          |          | <b>4</b> |          |  |  |  |  |  |  |
| <b>1.23</b> | Лабораторная работа №8. «Построение корневого годографа для дискретной системы с заданной ПФ в MatLab. Применение функций rlocus и rlocfind».                            | <b>3</b> | <b>8</b>  |          |          | <b>2</b> |          | <b>4</b> |  |  |  |  |  |  |
| <b>1.24</b> | Защита лабораторной работы №8. «Построение корневого годографа для дискретной системы с заданной ПФ в MatLab. Применение функций rlocus и rlocfind».                     | <b>3</b> | <b>8</b>  |          | <b>2</b> |          |          | <b>2</b> |  |  |  |  |  |  |
| <b>1.25</b> | <b>Качество дискретных систем.</b> Качество дискретных СУ 2-го порядка с использованием оценки ИКО.  | <b>3</b> | <b>9</b>  | <b>2</b> |          |          | <b>4</b> |          |  |  |  |  |  |  |
| <b>1.26</b> | <b>Качество дискретных систем.</b> Построение оптимальной кривой качества, оцениваемого с  | <b>3</b> | <b>10</b> | <b>2</b> |          |          | <b>4</b> |          |  |  |  |  |  |  |

|             |   |          |           |           |           |           |           |  |           |  |  |  |  |          |
|-------------|---|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|-----------|--|--|--|--|----------|
|             | помощью ИКО, для СУ 2-го порядка.   |          |           |           |           |           |           |  |           |  |  |  |  |          |
| <b>1.27</b> | <b>Реализация цифровых регуляторов.</b> Методы синтеза цифровых регуляторов. Реализация цифрового ПИД-регулятора. | <b>3</b> | <b>11</b> | <b>2</b>  |           |           | <b>4</b>  |  |           |  |  |  |  |          |
| <b>1.28</b> | <b>Реализация цифровых регуляторов.</b> Синтез цифрового регулятора для СУ чтением информации с диска.            | <b>3</b> | <b>12</b> | <b>2</b>  |           |           | <b>4</b>  |  |           |  |  |  |  |          |
|             | <b>Форма аттестации</b>   |          |           |           |           |           |           |  |           |  |  |  |  | <b>3</b> |
|             | Всего часов по дисциплине в первом семестре   | <b>3</b> |           | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>48</b> |  | <b>48</b> |  |  |  |  |          |