

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель направления

\_\_\_\_\_  
доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
М.А. Ваганов

(инициалы, фамилия)



«22» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровые автоматические системы»  
(Наименование дисциплины)

Коднаправления подготовки/ специальности	11.04.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроника и нанoeлектроника
Наименование направленности	Системы сбора, обработки и отображения информации
Форма обучения	очная

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

\_\_\_\_\_  
доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
А.Л. Ляшенко

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«5» июня 2023 г, протокол № 7/23

Заведующий кафедрой № 23

\_\_\_\_\_  
д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
А.Р. Бестугин

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО11.04.04(01)

\_\_\_\_\_  
доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
М.А. Ваганов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

\_\_\_\_\_  
доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

\_\_\_\_\_  
О.Л. Балышева

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Цифровые автоматические системы» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» направленности «Системы сбора, обработки и отображения информации». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен использовать специализированные системы автоматизированного проектирования для синтеза логических схем, моделирования и верификация моделей, написанных на языках описания аппаратуры»;

ПК-5 «Способен анализировать состояние научно-технической проблемы»;

ПК-6 «Готов формулировать цели и задачи научных исследований, обладает способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с применением теории цифровых систем автоматического управления и математических методов анализа и синтеза таких систем, методов расчета цифровых корректирующих устройств и синтеза управляющих алгоритмов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

## 1.1. Цели преподавания дисциплины

Предназначение дисциплины «Цифровые автоматические системы» (ЦАС) заключается в получении студентами необходимых знаний по теории цифровых систем автоматического управления, математических методах анализа и синтеза таких систем, методах расчета цифровых корректирующих устройств и синтеза управляющих алгоритмов.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен использовать специализированные системы автоматизированного проектирования для синтеза логических схем, моделирования и верификация моделей, написанных на языках описания аппаратуры	ПК-3.3.1 знать элементы теории сложных цифровых систем, основные принципы сквозного проектирования, маршрут разработки и верификации цифровых устройств, разработанных с использованием скриптов написанных, на встроенных языках описания аппаратуры
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен анализировать состояние научно-технической проблемы	ПК-5.3.1 знать принципы и методологию проведения исследований в области электроники и нанoeлектроники
Профессиональные компетенции	ПК-6 Готов формулировать цели и задачи научных исследований, обладает способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-6.3.1 знать принципы построения и физические принципы функционирования изделий электроники и нанoeлектроники ПК-6.В.1 владеть навыками выбора методики проведения научных исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники с учетом физических эффектов в электронных приборах, анализа полученных результатов

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Нелинейные системы автоматического управления»,
- «Математическое моделирование устройств и систем»,

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Специфика моделирования сложных электронных устройств сбора, обработки и отображения информации».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№1
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	56	56
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

## 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 1					
Раздел 1. Основные сведения о цифровых автоматических системах					
Тема 1.1. Дискриминаторы и исполнительные устройства ЦАС. Тема 1.2. Функциональные схемы типовых ЦАС	2	2	0	0	4

Раздел 2. Математические методы исследования ЦАС Тема 2.1. Теория Z-преобразования. Тема 2.2. Передаточные функции ЦАС. Тема 2.3. Частотные методы исследования ЦАС. Тема 2.4. Методы описания ЦАС в пространстве состояний	3	2	0	0	10
Раздел 3. Анализ показателей качества ЦАС. Тема 3.1. Критерии устойчивости. Тема 3.2. Построение переходных процессов. Тема 3.3. Анализ ошибок в ЦАС при детерминированных воздействиях.	4	4	0	0	12
Раздел 4. Расчет корректирующих устройств ЦАС. Тема 4.1. Расчет методом расчета по аналоговому прототипу. Тема 4.2. Настройка параметров ПИДрегулятора. Тема 4.3. Разработка микропроцессорных корректирующих устройств.	4	4	0	0	15
Раздел 5. Анализ ЦАС при случайных воздействиях. Тема 5.1. Характеристики решетчатых случайных процессов. Тема 5.2. Исследование точности управления при случайных воздействиях. Тема 5.3. Оптимизация ЦАС.	4	5	0	0	15
Итого в семестре:	17	17			56
Итого	17	17	0	0	56

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	Раздел 1. Основные сведения о цифровых автоматических системах. Тема 1.1. Дискриминаторы и исполнительные устройства ЦАС. Цифровые дискриминаторы: временные, частотные, фазовые. Цифровые исполнительные устройства: шаговый электродвигатель, временные модуляторы. Тема 1.2. Функциональные схемы типовых ЦАС. Цифровая система стабилизации частоты колебаний генератора. Цифровая следящая система сопровождения воздушных объектов по дальности.
<b>2</b>	Раздел 2. Математические методы исследования ЦАС. Тема 2.1. Теория Z-преобразования. Математический аппарат описания решетчатых функций. Теоремы и свойства Z-преобразования. Методы вычисления прямого и обратного Z-преобразований.

	<p>Тема 2.2. Передаточные функции ЦАС. Дискретные передаточные функции (ПФ) элементов ЦАС. Экстраполяторы и их передаточные функции. ПФ приведенной непрерывной части системы управления. Разновидности передаточных функций замкнутых ЦАС.</p> <p>Тема 2.3. Частотные методы исследования ЦАС. Реакция элемента ЦАС на гармоническое входное воздействие. Использование билинейного w-преобразования. Использование псевдочастоты. Логарифмические частотные характеристики ЦАС: расчет, правила построения.</p> <p>Тема 2.4. Методы описания ЦАС в пространстве состояний. Пространство состояний. Наблюдаемость. Управляемость.</p>
3	<p>Раздел 3. Анализ показателей качества ЦАС.</p> <p>Тема 3.1. Критерии устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости: критерий Рауса-Гурвица, критерий Джюри, критерий Шур-Кона. Частотные критерии устойчивости ЦАС: критерии устойчивости Найквиста и Михайлова. Определение устойчивости ЦАС по логарифмическим частотным характеристикам. Обеспечение запасов устойчивости по амплитуде и по фазе.</p> <p>Тема 3.2. Построение переходных процессов. Использование общей формулы обратного Z-преобразования. Разложение в ряд Лорана. Расчет на основе разложения передаточной функции САУ на элементарные дроби. Построение кривых переходных процессов методом компьютерного моделирования. Использование Simulink в составе MATLAB и Xcos в составе SciLab.</p> <p>Тема 3.3. Анализ ошибок в ЦАС при детерминированных воздействиях. Расчет установившейся ошибки на основе теоремы о конечном значении. Расчет ошибки при гармонических и периодических воздействиях на систему с использованием частотных передаточных функций.</p>
4	<p>Раздел 4. Разработка корректирующих устройств ЦАС.</p> <p>Тема 4.1. Разработка методом расчета по аналоговому прототипу. Выбор частоты дискретизации. Расчет аналогового прототипа корректирующего устройства при наличии неизменяемой непрерывной части системы методом логарифмических частотных характеристик. Способы перехода к эквивалентной дискретной передаточной функции цифрового корректирующего устройства. Преобразование Тастина. Проблемы обеспечения устойчивости и скрытых колебаний. Составление управляющих алгоритмов. Рекурсивные и нерекурсивные корректирующие фильтры.</p> <p>Тема 4.2. Настройка параметров ПИД-регулятора как управляющего устройства в составе ЦАС. Передаточная функция цифрового ПИД-регулятора. Способы задания коэффициентов.</p> <p>Тема 4.3. Разработка микропроцессорных корректирующих устройств ЦАС. Состав аппаратной части микропроцессорного корректирующего устройства. Выбор характеристик аналого-цифрового и цифроаналогового преобразователей (АЦП и ЦАП). Использование встроенных АЦП и ЦАП. Подключение внешних АЦП и ЦАП. Учет ограниченности динамического диапазона. Использование платформы Arduino. Типовые программные</p>

	решения для реализации алгоритма работы цифрового корректирующего устройства. Задание периода дискретизации.
<b>5</b>	<p>Раздел 5. Анализ ЦАС при случайных воздействиях</p> <p>Тема 5.1. Характеристики решетчатых случайных процессов. Корреляционная функция и спектральная плотность стационарного решетчатого случайного процесса. Моделирование случайных процессов с заданными корреляционно-спектральными характеристиками. Непрерывные и цифровые формирующие фильтры.</p> <p>Тема 5.2. Исследование точности управления при случайных воздействиях. Преобразования решетчатых случайных процессов в линеаризованных элементах ЦАС. Описание шума квантования.</p> <p>Тема 5.3. Оптимизация ЦАС. Методы расчета корректирующих устройств, обеспечивающих минимум суммарной ошибки при заданных характеристиках задающего и возмущающего воздействий. Динамический синтез при неполной информации. Робастный подход к расчету корректирующих устройств</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
<b>Семестр 1</b>					
1	Расчет и моделирование элемента ЦАС с заданными характеристиками во временной области	расчет и компьютерное моделирование	2	1	1
2	Расчет и моделирование элемента ЦАС с эквивалентной дискретной передаточной функцией приведенной непрерывной части цифровой системы управления	расчет и компьютерное моделирование	2	1	2
3	Исследование влияния величины периода дискретизации на устойчивость замкнутой ЦАС	расчет и компьютерное моделирование	4	2	3
4	Расчет и моделирование замкнутой ЦАС при детерминированных воздействиях	расчет и компьютерное моделирование	2	2	3
5	Цифровая коррекция системы управления; этап 1: расчет аналогового прототипа корректирующего устройства	расчет и компьютерное моделирование	3	2	4
6	Цифровая коррекция системы управления; этап 2: расчет передаточной функции цифрового корректирующего устройства	расчет и компьютерное моделирование	4	2	4

Всего	17		
-------	----	--	--

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 1, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	46	46
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	56	56

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
681.5 Ж 34	Цифровые системы автоматического управления: учебное пособие / О.О. Жаринов, И.О. Жаринов. - СПб: Изд-во ГУАП, 2019. - 113 с.	50
681.5.01(075) ) Т-33	Теория автоматического управления: учебник / С.Е. Душин и др.; ред. В.Б. Яковлев. - 3-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2009. - 566 с.	10
681.5.01(075) )	Шишмарев В.Ю. Основы автоматического управления: учебное пособие. - М.: Академия, 2008. - 352 с.	20



Ш-65		
004.91 Ц-75	Цифровые системы управления и обработки информации: методические указания к выполнению лабораторных работ / сост. А.В. Лопарев. - СПб: ГОУ ВПО "СПбГУАП", 2009. - 27 с.	42

### 7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URLадрес	Наименование
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 26 и №27 от31.01.2021 Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 058от 27.02.2023 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 257 от29.05.2023

### 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Пакет прикладных программ MATLAB с Simulink

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	14-06 г
2	Компьютерный класс	13-17

### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Цифровые дискриминаторы: временные, частотные, фазовые.	ПК-6.3.1
2	Цифровые исполнительные устройства: шаговый электродвигатель, временные модуляторы.	ПК-6.3.1
3	Математический аппарат описания решетчатых функций. Методы вычисления прямого и обратного Z-преобразований.	ПК-3.3.1
4	Теоремы и свойства Z-преобразования	ПК-3.3.1
5	Дискретные передаточные функции (ПФ) элементов ЦАС.	ПК-3.3.1
6	Экстраполяторы и их передаточные функции. ПФ приведенной непрерывной части системы управления.	ПК-3.3.1 ПК-6.3.1
7	Логарифмические частотные характеристики ЦАС: расчет, правила построения	ПК-3.3.1 ПК-5.3.1
8	Определение устойчивости ЦСУ по логарифмическим частотным характеристикам	ПК-3.3.1 ПК-5.3.1
9	Критерии устойчивости Найквиста и Михайлова для ЦАС.	ПК-3.3.1 ПК-5.3.1
10	Алгебраические критерии устойчивости ЦАС: критерий Шур-Кона	ПК-3.3.1 ПК-5.3.1
11	Алгебраические критерии устойчивости ЦАС: критерии Рауса, Гурвица.	ПК-3.3.1 ПК-5.3.1
12	Построение переходных процессов. Расчет на основе разложения передаточной функции САУ на элементарные дроби	ПК-3.3.1 ПК-5.3.1
13	Расчет ошибок в ЦАС при детерминированных воздействиях	ПК-3.3.1 ПК-5.3.1
14	Составление управляющих алгоритмов. Рекурсивные и нерекурсивные корректирующие фильтры. Разложение в ряд Лорана	ПК-3.3.1 ПК-5.3.1 ПК-6.3.1
15	Способы перехода к эквивалентной дискретной передаточной функции цифрового корректирующего устройства.	ПК-3.3.1 ПК-5.3.1 ПК-6.3.1
16	Расчет аналогового прототипа корректирующего устройства методом логарифмических частотных характеристик	ПК-3.3.1 ПК-5.3.1 ПК-6.3.1 ПК-6.В.1
17	Выбор частоты дискретизации ЦСУ	ПК-3.3.1 ПК-5.3.1 ПК-6.3.1 ПК-6.В.1
18	Настройка параметров ПИД-регулятора как управляющего устройства в составе ЦАС.	ПК-3.3.1 ПК-5.3.1 ПК-6.3.1 ПК-6.В.1
19	Корреляционная функция и спектральная плотность стационарного решетчатого случайного процесса	ПК-3.3.1
20	Преобразования решетчатых случайных процессов в линеаризованных элементах ЦАС.	ПК-3.3.1
21	Расчет ошибок в ЦАС при случайных воздействиях	ПК-3.3.1 ПК-5.3.1 ПК-6.3.1 ПК-6.В.1
22	Расчет цифровых корректирующих устройств оптимальных по критерию минимума ошибки в установившемся режиме	ПК-3.3.1 ПК-5.3.1 ПК-6.3.1 ПК-6.В.1
23	Разработка микропроцессорных корректирующих устройств ЦАС.	ПК-3.3.1 ПК-5.3.1 ПК-6.3.1 ПК-6.В.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Не предусмотрено	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала .

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.

- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходиться к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Анализ проблемной ситуации. Постановка задач.
- Анализ методологических приемов решения поставленных задач.
- Рассмотрение решений поставленных задач на конкретных примерах
- Анализ типовых ошибок, возникающих при решении аналогичных задач с другими исходными данными.
- Выводы и рекомендации по использованию рассмотренных методов.
- Ответы на вопросы слушателей.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Учебно-методические материалы для проведения практических занятий утверждаются на заседании кафедры и выкладываются преподавателем в начале семестра в систему LMS и в личный кабинет студента.

Проведение практических работ предполагает выполнение обучающимися расчета элементов ЦАС и верификацию расчетов методом компьютерного моделирования.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Система оценок при проведении текущего контроля успеваемости осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой