

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

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ

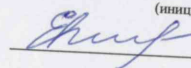
Руководитель образовательной программы

Ст. преподаватель

(должность, уч. степень, звание)

Е.П. Виноградова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«25» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

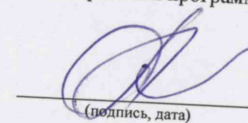
«Цифровые автоматические системы»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.04.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроника и нанoeлектроника
Наименование направленности/ специализации	Системы сбора, обработки и отображения информации
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц. К.Т.Н. доц.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

А.Л. Ляшенко

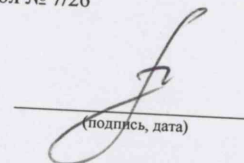
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«16» февраля 2026 г, протокол № 7/26

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)

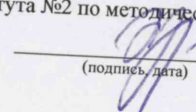

(подпись, дата)

А.Р. Бестугин

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., К.Т.Н., доц.
(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(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/специализации «Системы сбора, обработки и отображения информации». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен осуществлять сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на аналоговые сложно-функциональные блоки»

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, практические работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (1 семестр).

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 ОП ВО.

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-1 Способен осуществлять сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на аналоговые сложно-функциональные блоки	ПК-1.3.1 знать методы и этапы проектирования аналоговых сложно-функциональных блоков, особенности представления схем на различных этапах проектирования, принципы построения физических и поведенческих моделей, их применимость к конкретным процессам и приборам
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, в том числе с применением методов машинного обучения и искусственного интеллекта
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен анализировать состояние научно-технической проблемы	ПК-5.3.1 знать принципы и методологию проведения исследований в области электроники и наноэлектроники
Профессиональные компетенции	ПК-6 Готов формулировать цели и задачи научных исследований,	ПК-6.3.1 знать принципы построения изделий электроники и наноэлектроники и физические принципы их функционирования ПК-6.В.1 владеть навыками выбора методики

	обладает способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	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
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	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
Самостоятельная работа, всего (час)	56	56
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.,	Экз.,

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
1	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.
2	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. 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. 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. Тема 2.4. Методы описания ЦАС в пространстве состояний. Пространство состояний. Наблюдаемость. Управляемость.
3	Раздел 3. Анализ показателей качества ЦАС. Тема 3.1. Критерии устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости: критерий Рауса-Гурвица, критерий Джури, 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. 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. 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.
4	Раздел 4. Разработка корректирующих устройств ЦАС. 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. Тема 4.2. Настройка параметров ПИД-регулятора как управляющего

	устройства в составе ЦАС. Передаточная функция цифрового ПИД-регулятора. Способы задания коэффициентов. 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 решения для реализации алгоритма работы цифрового корректирующего устройства. Задание периода дискретизации.
5	Раздел 5. Анализ ЦАС при случайных воздействиях 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. Тема 5.2. Исследование точности управления при случайных воздействиях. Преобразования решетчатых случайных процессов в линеаризованных элементах ЦАС. Описание шума квантования. 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

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
Семестр 1					
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	расчет и	3	2	4

	управления; этап 1: расчет аналогового прототипа корректирующего устройства	компьютерное моделирование			
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. Выполнение курсового проекта/ 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
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
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. разделов 6-11.

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)) Ш-65	Шишмарев В.Ю. Основы автоматического управления: учебное пособие. - М.: Академия, 2008. - 352 с.	20
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
http://lib.aanet.ru/	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 26 и №27 от 31.01.2021 Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 058 от 27.02.2023 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 257 от 29.05.2023

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	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет»

	(https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	MathWorks MATLAB (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)
4	LibreOffice 5 (Лицензия LGPLv3)

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
1	Образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
2	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по точке доступа Wi-Fi.	14-06Г
2	Лаборатория компьютерного моделирования: – специализированная мебель; – технические средства обучения, служащие для представления учебной информации; панель интерактивная/телевизор; Лабораторное оборудование: ПЭВМ – «Место рабочее автоматизированное» . Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети.	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*; Тесты.

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

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-1.3.1
2.	Цифровые исполнительные устройства: шаговый электродвигатель, временные модуляторы.	ПК-1.3.1
3.	Математический аппарат описания решетчатых функций. Методы вычисления прямого и обратного Z-преобразований.	ПК-1.3.1
4.	Теоремы и свойства Z-преобразования	ПК-1.3.1
5.	Дискретные передаточные функции (ПФ) элементов ЦАС.	ПК-1.3.1
6.	Экстраполяторы и их передаточные функции. ПФ приведенной непрерывной части системы управления.	ПК-1.3.1
7.	Логарифмические частотные характеристики ЦАС: расчет, правила построения	ПК-1.3.1
8.	Определение устойчивости ЦСУ по логарифмическим частотным характеристикам	ПК-1.3.1
9.	Критерии устойчивости Найквиста и Михайлова для ЦАС.	ПК-1.3.1
10.	Алгебраические критерии устойчивости ЦАС: критерий Шур-Кона	ПК-1.3.1
11.	Алгебраические критерии устойчивости ЦАС: критерии Рауса, Гурвица.	ПК-3.3.1
12.	Построение переходных процессов. Расчет на основе разложения передаточной функции САУ на элементарные дроби	ПК-3.3.1
13.	Расчет ошибок в ЦАС при детерминированных воздействиях	ПК-3.3.1
14.	Составление управляющих алгоритмов. Рекурсивные и нерекурсивные корректирующие фильтры. Разложение в ряд Лорана	ПК-3.3.1
15.	Способы перехода к эквивалентной дискретной передаточной функции цифрового корректирующего устройства.	ПК-3.3.1
16.	Расчет аналогового прототипа корректирующего устройства методом логарифмических частотных характеристик	ПК-3.3.1
17.	Выбор частоты дискретизации ЦСУ	ПК-3.3.1
18.	Настройка параметров ПИД-регулятора как управляющего устройства в составе ЦАС.	ПК-3.3.1
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-5.3.1
22.	Расчет цифровых корректирующих устройств оптимальных по критерию минимума ошибки в установившемся режиме	ПК-5.3.1
23.	Разработка микропроцессорных корректирующих устройств ЦАС.	ПК-5.3.1
24.	Цифровые дискриминаторы: временные, частотные и фазовые.	ПК-5.3.1
25.	Цифровые исполнительные устройства: шаговые двигатели и временные модуляторы.	ПК-5.3.1
26.	Решетчатые функции и математический аппарат их описания.	ПК-5.3.1
27.	Прямое и обратное Z-преобразование. Методы вычисления.	ПК-5.3.1
28.	Основные теоремы и свойства Z-преобразования.	ПК-5.3.1
29.	Дискретные передаточные функции элементов цифровых автоматических систем.	ПК-5.3.1
30.	Экстраполяторы и их передаточные функции.	ПК-5.3.1
31.	Передаточная функция приведённой непрерывной части цифровой системы управления.	ПК-6.3.1
32.	Логарифмические частотные характеристики цифровых автоматических систем.	ПК-6.3.1
33.	Определение устойчивости цифровых систем управления по частотным характеристикам.	ПК-6.3.1
34.	Критерий Найквиста для анализа устойчивости цифровых автоматических систем.	ПК-6.3.1

35.	Критерий Михайлова для оценки устойчивости цифровых систем управления.	ПК-6.3.1
36.	Алгебраические критерии устойчивости цифровых систем: критерий Шура–Кона.	ПК-6.3.1
37.	Алгебраические критерии устойчивости: критерии Рауса и Гурвица.	ПК-6.3.1
38.	Построение переходных процессов цифровых систем управления.	ПК-6.3.1
39.	Расчёт переходных процессов методом разложения передаточной функции на элементарные дроби.	ПК-6.3.1
40.	Расчёт ошибок цифровых автоматических систем при детерминированных воздействиях.	ПК-6.3.1
41.	Управляющие алгоритмы цифровых систем. Рекурсивные и нерекурсивные корректирующие фильтры.	ПК-6.В.1
42.	Разложение передаточной функции цифрового корректирующего устройства в ряд Лорана.	ПК-6.В.1
43.	Переход к эквивалентной дискретной передаточной функции цифрового корректирующего устройства.	ПК-6.В.1
44.	Расчёт аналогового прототипа цифрового корректирующего устройства по логарифмическим частотным характеристикам.	ПК-6.В.1
45.	Выбор частоты дискретизации цифровой системы управления.	ПК-6.В.1
46.	Настройка параметров ПИД-регулятора в составе цифровой автоматической системы.	ПК-6.В.1
47.	Корреляционная функция и спектральная плотность стационарного решётчатого случайного процесса.	ПК-6.В.1
48.	Преобразование решётчатых случайных процессов в линеаризованных элементах цифровых систем управления.	ПК-6.В.1
49.	Расчёт ошибок цифровых автоматических систем при случайных воздействиях.	ПК-6.В.1
50.	Разработка микропроцессорных корректирующих устройств цифровых автоматических систем.	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 выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ 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
1	1. Инструкция. Прочитайте задание и выберите один правильный ответ Как называются научные разработки, направленные на обследование и изучение электронных систем? 1) Диссертациями	ПК-1.3.1

	2) Проектами 3) Курсовыми работами 4) Квалификационными работами Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 2							
2	2. Инструкция. Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов. Какие из перечисленных принципов являются принципами системотехники? 1) Принцип физичности 2) Принцип целенаправленности 3) Принцип программируемости 4) Принцип научности Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 1, 2	ПК-1.3.1						
3	3. Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности. Расположите этапы проектирования в правильной последовательности: 1) Разработка технических требований 2) Научно-исследовательские работы 3) Опытно-конструкторские работы 4) Изготовление опытного образца Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 1, 2, 3, 4	ПК-1.3.1						
4	4. Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце. Установите соответствие между этапами и стадиями проектирования: <table><tr><td>А) Составление технических требований</td><td>1) Техническое задание</td></tr><tr><td>Б) Проведение опытно-конструкторских работ</td><td>2) Проведение испытаний</td></tr><tr><td>В) Изготовление опытного образца</td><td>3) Техническое проектирование</td></tr></table>	А) Составление технических требований	1) Техническое задание	Б) Проведение опытно-конструкторских работ	2) Проведение испытаний	В) Изготовление опытного образца	3) Техническое проектирование	ПК-1.3.1
А) Составление технических требований	1) Техническое задание							
Б) Проведение опытно-конструкторских работ	2) Проведение испытаний							
В) Изготовление опытного образца	3) Техническое проектирование							

	Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: <table border="1"> <tr> <td>А</td><td>Б</td><td>В</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td></tr> </table> Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): А1, Б3, В2	А	Б	В				
А	Б	В						
5	5. Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Что такое «системное свойство»? Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): Это свойство, которым обладает система как целое, но которого не имеет ни одна из частей системы при любом способе ее членения, причем оно не выводимо из свойств частей	ПК-3.3.1						
6	1. Инструкция. Прочитайте задание и выберите один правильный ответ В чем состоит основное назначение системы Multisim? 1) Моделирование электронных устройств 2) Экспериментальное исследование электронных устройств 3) Выбор приемлемой схемы электронного устройства из базы данных 4) Расчет надежности электронных устройств. Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 2	ПК-3.3.1						
7	2. Инструкция. Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов. Какие из перечисленных инструментов обычно применяются для компьютерного моделирования электронных средств? 1) САД-программы 2) САПР-системы 3) Системы управления проектами (PMS) 4) Программы для обработки текстов Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 1, 2	ПК-3.3.1						

8	3. Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности. Расположите этапы построения математической модели в правильной последовательности: 1)Определение параметров модели 2)Составление математической модели 3)Тестирование модели 4)Корректировка модели на основе тестов Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 1, 2, 3, 4	ПК-3.3.1												
9	4. Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце. Установите соответствие между действиями и их типами: <table><tr><td>A) <u>CAE</u> – Computer Aided Engineering</td><td>1) Система автоматического анализа проекта</td></tr><tr><td>Б) <u>CAM</u> – Computer Aided Manufacturing</td><td>2) Система управления производственной информацией</td></tr><tr><td>В) <u>PDM</u> – Product Data Management</td><td>3) Общий термин для обозначения системы автоматизированной подготовки производства</td></tr></table> Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: <table><tr><td>A</td><td>Б</td><td>В</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table> Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): А1, Б3, В2	A) <u>CAE</u> – Computer Aided Engineering	1) Система автоматического анализа проекта	Б) <u>CAM</u> – Computer Aided Manufacturing	2) Система управления производственной информацией	В) <u>PDM</u> – Product Data Management	3) Общий термин для обозначения системы автоматизированной подготовки производства	A	Б	В				ПК-5.3.1
A) <u>CAE</u> – Computer Aided Engineering	1) Система автоматического анализа проекта													
Б) <u>CAM</u> – Computer Aided Manufacturing	2) Система управления производственной информацией													
В) <u>PDM</u> – Product Data Management	3) Общий термин для обозначения системы автоматизированной подготовки производства													
A	Б	В												
10	5. Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Что обозначает термин – CAD? Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): Общий термин для обозначения всех аспектов проектирования с использованием средств вычислительной техники. Обычно охватывает создание геометрических моделей изделия.	ПК-5.3.1												

	(Твердотельные,3D). А также генерацию чертежных изделий и их сопровождений.	
11	1. Инструкция. Прочитайте задание и выберите один правильный ответ Какая система автоматического управления называется нелинейной? 1) Система, которая не содержит звеньев и описывается нелинейным уравнением 2) Которая содержит хотя бы одно звено, описываемое нелинейным уравнением 3) Которая не содержит звена, описываемого нелинейным уравнением 4) Содержит хотя бы один блок производства Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 2	ПК-5.3.1
12	2. Инструкция. Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов. Что относится к основным свойствам любой модели? 1) Математическое описание 2) Адекватность 3) Наглядность 4) Информативность Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 1, 2	ПК-5.3.1
13	3. Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности. Определить в какой последовательности проводится исследование системы управления: 1) Сбор данных 2) Формулировка целей исследования 3) Моделирование системы управления 4) Сопровождение выполнения рекомендаций Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 1, 2, 3, 4	ПК-6.3.1
14	4. Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите	ПК-6.3.1

	<i>соответствующую позицию в правом столбце.</i> Установите соответствие названия типового динамического звена автоматической системы и его передаточной функции: <table><tr><td>А) Пропорциональное</td><td>1) $W(p) = k$</td></tr><tr><td>Б) Запаздывания</td><td>2) $W(p) = kp$</td></tr><tr><td>В) Дифференцирующее</td><td>3) $W(p) = ke^{-Tp}$</td></tr></table> Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: <table><tr><td>А</td><td>Б</td><td>В</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table> Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): А1, Б3, В2	А) Пропорциональное	1) $W(p) = k$	Б) Запаздывания	2) $W(p) = kp$	В) Дифференцирующее	3) $W(p) = ke^{-Tp}$	А	Б	В				
А) Пропорциональное	1) $W(p) = k$													
Б) Запаздывания	2) $W(p) = kp$													
В) Дифференцирующее	3) $W(p) = ke^{-Tp}$													
А	Б	В												
15	5. Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Что такое «автоматизированная система управления»? Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): Комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса, производства, предприятия	ПК-6.3.1												
16	1. Инструкция. Прочитайте задание и выберите один правильный ответ Как называется процедура определения неизвестных параметров модели? 1) Линеаризацией 2) Идентификацией 3) Определяющей 4) Уточняющей Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 1, 2	ПК-6.3.1												
17	2. Инструкция. Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов. Выберите основные операции математического	ПК-6.В.1												

	моделирования? 1) Линеаризация 2) Расщепление 3) Идентификация 4) Вычислительный эксперимент Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 1, 2							
18	3. Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности. Определите порядок задач, возникающих при расчёте автоматических систем регулирования: 1) Математическое описание объекта регулирования 2) Обоснование структурной схемы АСР, типа регулятора и формирование требований к качеству регулирования 3) Расчёт параметров настройки регулятора 4) Анализ качества регулирования в системе Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): 1, 2, 3, 4	ПК-6.В.1						
19	4. Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце. Установите соответствие между названием формы записи математических моделей и ее характеристикой: <table><tr><td>А) инвариантная форма</td><td>1) запись соотношений модели с помощью традиционного математического языка безотносительно к методу решения уравнений модели</td></tr><tr><td>Б) аналитическая форма</td><td>2) запись соотношений модели и выбранного численного метода решения в форме алгоритма</td></tr><tr><td>В) алгоритмическая форма</td><td>3) запись модели в виде результата решения исходных уравнений модели</td></tr></table> Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:	А) инвариантная форма	1) запись соотношений модели с помощью традиционного математического языка безотносительно к методу решения уравнений модели	Б) аналитическая форма	2) запись соотношений модели и выбранного численного метода решения в форме алгоритма	В) алгоритмическая форма	3) запись модели в виде результата решения исходных уравнений модели	ПК-6.В.1
А) инвариантная форма	1) запись соотношений модели с помощью традиционного математического языка безотносительно к методу решения уравнений модели							
Б) аналитическая форма	2) запись соотношений модели и выбранного численного метода решения в форме алгоритма							
В) алгоритмическая форма	3) запись модели в виде результата решения исходных уравнений модели							

		A	Б	В		
	Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): А1, Б3, В2					
20	5. Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Что такое «переходной процесс»? Ключ с правильным ответом (или эталонный ответ): Переход системы от одного установившегося режима к другому при каких-либо входных воздействиях					ПК-6.В.1

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, приходить 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:

- Обзор проблематики. Постановка задач.
- Анализ методологических приемов решения поставленных задач.
- Рассмотрение решений поставленных задач на конкретных примерах.
- Выводы и рекомендации по использованию рассмотренных методов.
- Ответы на вопросы аудитории.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Методические указания по проведению лабораторных работ имеются в виде электронных ресурсов

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Приведены в методических указаниях по прохождению лабораторных работ в виде электронных ресурсов

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов кафедры

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 выполнение контрольных работ является элементом текущего контроля успеваемости и самостоятельной работы

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему 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 Положения «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf

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 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf

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