

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»


Кафедра №13

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



В.К. Пономарев  
(подпись)

«14» 06 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровые системы управления и обработки информации»  
(Название дисциплины)

Код направления	24.05.06
Наименование направления	Системы управления летательными аппаратами
Наименование направленности	Приборы систем управления летательных аппаратов
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2022г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

проф., к.т.н., проф.

должность, уч. степень, звание



А.В. Назаров  
инициалы, фамилия

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«14» 06 2022 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 13

к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



Н.А. Овчинникова  
инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 24.05.06

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание



В.К. Пономарев  
инициалы, фамилия

Заместитель директора института (факультета) № 1 по методической работе

Ст. преподаватель

должность, уч. степень, звание



В.Е. Таратун  
инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Цифровые системы управления и обработки информации» входит в образовательную программу подготовки студентов по направлению «24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» направленность «Приборы систем управления летательных аппаратов». Дисциплина реализуется кафедрой №13. Квалификация выпускника – специалист.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением методов анализа и синтеза цифровых систем автоматического управления и цифровых систем обработки информации, предусматривающих реализацию алгоритмов, как в реальном времени, так и в режиме пост-обработки.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-7 «Способен на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательными аппаратами различного назначения, как объектов ориентации, стабилизации, навигации, управления движением, а также создавать математические модели, позволяющие прогнозировать тенденцию их развития как объектов управления и тактики их применения»

ОПК-8 «Способен проводить динамические расчеты систем управления летательными аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением)"»

ПК-8 «Способен представлять результаты исследований в форме отчетов, рефератов, обзоров, публикаций, докладов и заявок на изобретения»

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа), в том числе лекций – 34 часа, практических занятий - 17 часов, лабораторных занятий – 17 часов, экзамен – 54 часа, самостоятельной работы - 22 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Получение студентами необходимых навыков анализа и синтеза цифровых автоматических систем, развитие навыков проектирования систем автоматического управления и обработки информации.

**1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).**

### 1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-7 Способен на основе системного подхода анализировать работу систем управления летательными аппаратами различного назначения, как объектов ориентации, стабилизации, навигации, управления движением, а также создавать математические модели, позволяющие прогнозировать тенденцию их развития как объектов управления и тактики их применения	ОПК-7.3.1 знать математическое описание элементов и систем управления летательными аппаратами ОПК-7.У.1 уметь проводить динамические расчеты систем управления летательных аппаратов и создавать математические модели их движения ОПК-7.В.1 владеть навыками исследования динамики систем управления летательных аппаратов ОПК-7.В.2 владеть методами операционного исчисления и спектрального анализа при исследовании систем управления летательными аппаратами
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-8 Способен проводить динамические расчеты систем управления летательными аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением)"	ОПК-8.3.1 знать математический аппарат и методики расчета динамических характеристик систем управления летательными аппаратами; специализированные программные продукты анализа и синтеза динамических систем; методики математического и полунатурного моделирования комплекса "подвижный объект - система управления ОПК-8.У.1 уметь выполнять динамические расчеты, связанные с проектированием систем управления летательными аппаратами; решать задачи синтеза и анализа динамических

		систем, используя методики математического и полунатурного моделирования ОПК-8.В.1 владеть навыками решения практических задач, связанных с анализом и синтезом систем управления летательными аппаратами
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен представлять результаты исследований в форме отчетов, рефератов, обзоров, публикаций, докладов и заявок на изобретения	ПК-8.В.1 владеть навыками обобщения, формулирования и изложения результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- «Математический анализ»;
- «Информатика»;
- «Электроника»;
- «Основы теории управления».

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

- «Системы управления летательными аппаратами»;
- «Микропроцессорная техника в приборах, системах и комплексах»;
- «Моделирование приборов и систем управления ЛА»;
- «Компьютерный анализ и синтез приборов и систем».

## 3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

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
		№7
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	11	11
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	22	22
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>	Экз.	Экз.

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

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

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Основы цифровой обработки сигналов					
Тема 1.1. Принципы построения цифровых фильтров и систем	3		1		2
Тема 1.2. Восстановление непрерывного сигнала по дискретным отсчетам	3		4		3
Тема 1.3 Математические методы описания цифровых фильтров и систем	4	4			2
Раздел 2. Анализ цифровых систем автоматического управления					
Тема 2.1. Передаточные функции цифровых фильтров и систем	4	5	2		3
Тема 2.2. Частотные характеристики цифровых систем	4	2	2		3
Тема 2.3 Устойчивость цифровых систем	4	3			2
Тема 2.4 Программная реализация цифровых алгоритмов обработки сигналов	4		4		2
Раздел 3. Синтез цифровых систем автоматического управления					
Тема 3.1. Синтез цифровых систем по непрерывному прототипу	4	2	4		3
Тема 3.2 Синтез модальных регуляторов	4	1			2
Итого в семестре:	34	17	17		22
Итого:	34	17	17	0	22

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

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Раздел 1. Основы цифровой обработки сигналов</p> <p>Тема 1.1. Принципы построения цифровых фильтров и систем</p> <p>Сущность цифровой обработки сигналов. Виды квантования. Достоинства и недостатки цифровых систем. Варианты построения цифровых автоматических систем. Виды импульсной модуляции. Шумы квантования АЦП и ЦАП.</p> <p>Тема 1.2. Восстановление непрерывного сигнала по дискретным отсчетам</p> <p>Дискретные сигналы. Спектр дискретного сигнала, его свойства. Задача восстановления непрерывного сигнала по дискретным отсчетам. Теорема Котельникова. Необходимое условие точного восстановления. Алгоритм восстановления непрерывного сигнала.</p> <p>Тема 1.3. Математические методы описания цифровых фильтров и систем</p> <p>Разностные уравнения и их решение. Z-преобразование. Смещенное z-преобразование. Основные теоремы и свойства z-преобразования. Нахождение оригинала по z-преобразованию.</p>
2	<p>Раздел 2. Анализ цифровых систем автоматического управления</p> <p>Тема 2.1. Передаточные функции цифровых фильтров и систем</p> <p>Определение дискретной передаточной функции. Связь импульсной характеристики цифрового фильтра с передаточной функцией. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры. Приведенная непрерывная часть. Формирующие элементы. Передаточная функция приведенной непрерывной части с амплитудно-импульсной модуляцией 1 рода; с экстраполятором нулевого порядка; с экстраполятором 1 порядка. Структурная схема замкнутой линеаризованной цифровой системы. Передаточные функции разомкнутого контура; замкнутой системы; по ошибке. Смещенные передаточные функции.</p> <p>Тема 2.2 Частотные характеристики цифровых систем</p> <p>Частотная передаточная функция. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Амплитудно-фазовая характеристика. Использование псевдочастоты. Логарифмические частотные характеристики цифровых систем.</p> <p>Тема 2.3 Устойчивость цифровых систем</p>

	<p>Необходимое и достаточное условие устойчивости.          Характеристические уравнения. Использование билинейного преобразования. Применение критериев Гурвица, Найквиста, Михайлова при анализе устойчивости цифровых систем.          Влияние на устойчивость квантования по уровню.          Предельные циклы. Оценка запаса устойчивости.          Перерегулирование. Запасы по амплитуде и фазе. Показатель колебательности. Построение запретных областей для АФХ по заданному показателю колебательности.</p> <p>Тема 2.4 Программная реализация цифровых алгоритмов обработки сигналов</p> <p>Схема прямого программирования. Каноническая схема. Транспонированные схемы. Параллельная и последовательная схемы. Учет ошибок, вызванных округлением коэффициентов разностных уравнений.</p>
3	<p>Раздел 3. Синтез цифровых систем автоматического управления</p> <p>Тема 3.1. Синтез цифровых систем по непрерывному прототипу</p> <p>Основные подходы к синтезу цифровых регуляторов. Применение методов численного интегрирования при дискретной аппроксимации регулятора. Частотная коррекция. Устойчивость переоборудованных регуляторов. Дискретная аппроксимация методом отображения нулей и полюсов. Дискретная аппроксимация методом фиктивного квантования. Методы дискретной аппроксимации непрерывных систем, основанные на аппроксимации частотных характеристик и переходных процессов. Синтез регулятора, основанный на билинейном преобразовании. Выбор периода дискретности и единиц младших разрядов преобразователей.</p> <p>Тема 3.2 Синтез модальных регуляторов</p> <p>Задача размещения полюсов. Использование регуляторов низкого порядка. Стабилизация объектов управления с использованием цифровых П-, ПИ-, ПИД-регуляторов. Синтез цифровых систем по критерию оптимального быстродействия. Определение минимальной длительности переходного процесса без учета требований грубости. Грубые системы. Необходимое и достаточное условие грубости. Синтез цифровых систем с оптимальным быстродействием с учетом требований грубости.</p>

### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				
1	Типовые динамические звенья систем управления. Показатели качества	Решение задач	2	1
2	Z-преобразования типовых дискретных сигналов	Решение задач	2	1
3	Нахождение передаточной функции дискретного фильтра по разностному уравнению	Решение задач	2	2
4	Нахождение установившихся процессов цифровых систем	Решение задач	2	2
5	Нахождение частотных характеристик цифровых систем	Решение задач	2	2
6	Оценка устойчивости цифровых систем	Решение задач	2	2
7	Контрольная работа	Решение задач	2	2
8	Синтез цифровой следящей системы	Решение задач	3	3
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)	№ раздела дисциплины
Семестр 7			
1	Вводное занятие	1	1
2	Исследование возможности восстановления непрерывного сигнала по его дискретным отсчетам	4	1
3	Исследование цифровых управляющих фильтров	4	2
4	Исследование эффектов квантования в цифровых фильтрах	4	2
5	Синтез следящей системы с цифровой коррекцией	4	3
Всего:		17	



#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	22	22
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	11	11
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	11	11
домашнее задание (ДЗ)		
контрольные работы заочников (КРЗ)		

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов 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	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке
681.5 Б53	Цифровые автоматические системы [Текст] : ЦАС. : монография / В. А.Бесекерский. - М. : Наука, 1976	44
621.391 С 32	Цифровая обработка сигналов [Текст] : учебное пособие / А. Б. Сергиенко. - 3-е изд. - СПб. : БХВ - Петербург, 2015. - 768 с	5
-	Основы теории цифровых систем управления: учеб. пособие / К.Ю. Поляков. – СПб.: СПбГМТУ, 2006. - 161 с. <a href="http://window.edu.ru/resource/527/58527/files/digsys.pdf">http://window.edu.ru/resource/527/58527/files/digsys.pdf</a>	-
004.9 Ц 75	Цифровые системы управления и обработки информации [Текст] : методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. А. В. Лопарев. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2009. - 27 с.	42

681.5 М59	Микропроцессорные системы автоматического управления [Текст] : монография / В. А. Бесекерский, Н. Б. Ефимов, С. И. Зиятдинов и др.; Ред. В. А. Бесекерский. - Л. : Машиностроение. Ленингр. отделение, 1988. - 365 с	101
681.5 К91	Теория и проектирование цифровых систем управления [Текст] = Digital control systems : пер. с англ. / Б. Куо ; ред. П. И. Попов ; пер.: В. Г. Дунаев, Б. И. Копылов, А. Н. Косилов. - М. : Машиностроение, 1986. - 448 с	6
681.5 Р64	Линейная теория цифрового управления в непрерывном времени [Текст] / Е. Н. Розенвассер. - Науч. изд. - М. : Физматлит, 1994. - 464 с	1
681.5 Ш 65	Основы автоматического управления [Текст] : учебное пособие / В. Ю. Шишмарев. - М. : Академия, 2008. - 352 с	20
681.5 М 64	Теория автоматического управления. Линейные системы [Текст] : учебное пособие / И. В. Мирошник. - СПб. : ПИТЕР, 2006. - 334 с	5
681.5 И 36	Цифровые системы управления [Текст] = Digital control systems / Р. Изерман ; пер.: С. П. Забродин, А. И. Титков, А. В. Шалашов. - М. : Мир, 1984. - 544 с. - Библиогр.: с. 520 - 530 (30 назв.). - Предм. указ. : с. 531 - 535. - 2.50 р.	3
621.391.2 О60	Цифровая обработка сигналов [Текст] = Digital signal processing : монография / А. В. Оппенгейм; Пер.: В. А. Лексаченко, В. Г. Челпанов; Ред.: С. Я. Шац. - М. : Связь, 1979. - 416 с	1

## 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 ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
<a href="http://kpolyakov.spb.ru/uni/lecs.htm">http://kpolyakov.spb.ru/uni/lecs.htm</a>	Лекции. Цифровые системы управления
<a href="http://ideafix.co/UNIVERSITY/ASU/lectures/">http://ideafix.co/UNIVERSITY/ASU/lectures/</a>	Лекции. Теория управления

## 8. Перечень информационных технологий

### 8.1. Перечень программного обеспечения

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Операционная система Microsoft Windows XP Professional
2	Программный продукт MATLAB 6.5

### 8.2. Перечень информационно-справочных систем

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Состав материально-технической базы представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории
1	Лекционная аудитория	13-04
2	Компьютерный класс	13-3в

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену Тесты

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,

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<p>тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</p> <ul style="list-style-type: none"> <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 (таблица 15)

Таблица 15– Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Виды квантования. Шумы квантования в АЦП и ЦАП.	ОПК-7.3.1, ОПК-8.3.1
2	Достоинства и недостатки цифровых систем. Варианты построения ЦАС.	ОПК-7.3.1, ОПК-8.3.1
3	Виды импульсной модуляции.	ОПК-7.3.1, ОПК-8.3.1
4	Теорема Котельникова. Восстановление непрерывного сигнала по дискретным отсчетам.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.В.1,

		ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1, ПК-8.В.1
5	Разностные уравнения и их решение.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1,
6	Разностные уравнения и их решение.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.В.1, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1,
7	Z-преобразование.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.В.2, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1, ПК-8.В.1
8	Основные теоремы и свойства z-преобразования.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.В.2, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1, ПК-8.В.1
9	Нахождение оригинала по z-преобразованию.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.В.2, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1, ПК-8.В.1
10	Передаточные функции цифровых вычислителей.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.В.2, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1, ПК-8.В.1
11	Передаточные функции приведенной непрерывной части.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.В.2, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1, ПК-8.В.1
12	Передаточные функции замкнутых ЦАС.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.В.2, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1, ПК-8.В.1

13	Частотные характеристики цифровых систем.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.В.2, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1, ПК-8.В.1
14	Использование псевдочастоты.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.В.2, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1,
15	Устойчивость цифровых систем. Показатели запаса устойчивости.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1 ОПК-7.В.2, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1, ПК-8.В.1
16	Схема прямого программирования.	ОПК-7.У.1, ОПК-8.У.1
17	Каноническая форма представления цифрового фильтра.	ОПК-7.У.1, ОПК-8.У.1
18	Транспонированные формы представления цифрового фильтра.	ОПК-7.У.1, ОПК-8.У.1
19	Схемы последовательного и параллельного программирования.	ОПК-7.У.1, ОПК-8.У.1
20	Дискретная аппроксимация непрерывного регулятора.	ОПК-7.У.1, ОПК-8.У.1
21	Синтез ЦАС, основанный на аппроксимации частотных характеристик и переходных процессов.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1 ОПК-7.В.2, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1, ПК-8.В.1
22	Использование П-, ПИ- и ПИД-регуляторов.	ОПК-7.У.1, ОПК-8.У.1
23	Синтез ЦАС с конечной длительностью переходного процесса.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1, ОПК-7.В.1 ОПК-7.В.2, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1, ПК-8.В.1
24	Синтез ЦАС с использованием билинейного преобразования.	ОПК-7.3.1, ОПК-7.У.1,

		ОПК-7.В.1 ОПК-7.В.2, ОПК-8.3.1, ОПК-8.У.1, ОПК-8.В.1, ПК-8.В.1
--	--	---

Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 16)

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

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

Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 17)

Таблица 17 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

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

Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 18)

Таблица 18– Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Какой из видов модуляции используется в системах с временным разделением каналов? <ul style="list-style-type: none"> <li>• АИМ-1</li> <li>• АИМ-2</li> <li>• ШИМ</li> <li>• ВИМ</li> </ul>	ОПК-7.3.1, ОПК-8.3.1
2	Что из нижеперечисленного является преимуществом БИХ-фильтров? <ul style="list-style-type: none"> <li>• возможность точной реализации желаемой импульсной характеристики</li> <li>• возможность получения желаемых частотных характеристик с использованием фильтров невысокого порядка</li> <li>• такие фильтры всегда устойчивы</li> <li>• в таких фильтрах отсутствуют ошибки округления</li> </ul>	ОПК-7.3.1, ОПК-8.3.1
3	Что является необходимым условием точного восстановления непрерывного сигнала по дискретным отсчетам? <ul style="list-style-type: none"> <li>• конечная длительность сигнала</li> <li>• непрерывность спектра сигнала</li> <li>• периодичность сигнала с периодом, кратным периоду дискретизации</li> </ul>	ОПК-7.3.1, ОПК-8.3.1

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• бесконечное время наблюдения</li> </ul>	
4	<p>Какая из схем программирования позволяет одновременно реализовывать как операции умножения, так и операции сложения?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• схема прямого программирования</li> <li>• каноническая схема</li> <li>• транспонированная схема</li> <li>• схема параллельного программирования</li> </ul>	ОПК-7.3.1, ОПК-8.3.1
5	<p>Передаточная функция цифрового фильтра равна <math>D(z) = \frac{1}{z-1}</math>. Какую операцию осуществляет фильтр?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• цифровое интегрирование</li> <li>• цифровое дифференцирование</li> <li>• прогнозирование на 1 такт</li> <li>• задержку на 1 такт</li> </ul>	ОПК-7.3.1, ОПК-8.3.1
6	<p>Какая из приведенных передаточных функций соответствует устойчивому фильтру?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>D(z) = \frac{z-1}{z+2}</math></li> <li>• <math>D(z) = \frac{z^2-1}{z^2+2}</math></li> <li>• <math>D(z) = \frac{z-1}{z}</math></li> <li>• <math>D(z) = \frac{1}{3} \frac{z^2+4z+1}{z^2-1}</math></li> </ul>	ОПК-7.3.1, ОПК-8.3.1
7	<p>Какая из перечисленных кривых остается неизменной при переходе от частоты к псевдочастоте?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• амплитудно-частотная характеристика</li> <li>• логарифмическая амплитудно-частотная характеристика</li> <li>• фазо-частотная характеристика</li> <li>• амплитудно-фазовая характеристика</li> </ul>	ОПК-7.3.1, ОПК-8.3.1
8	<p>Чему равно установившееся значение амплитуды выходной последовательности цифрового фильтра с передаточной функцией <math>D(z) = z^{-1}</math> при подаче на его вход гармонического воздействия с единичной амплитудой и периодом 2 с? Период дискретности 0,15 с.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1</li> <li>• 0</li> <li>• <math>\infty</math></li> <li>• <math>\frac{1}{2}</math></li> </ul>	ОПК-7.3.1, ОПК-8.3.1

Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	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 обучающимся 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:

- изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой;
- описание методов и алгоритмов, применяемых в цифровых системах управления и обработки информации;
- демонстрация примеров решения задач анализа и синтеза цифровых систем управления и обработки информации;
- обобщение изложенного материала;
- ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

### **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 обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся 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.

Функции практических занятий:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. В рамках данной дисциплины практические занятия проводятся не в интерактивной форме: выполнение упражнений, решение типовых задач.

### **Требования к проведению практических занятий**

При проведении практических занятий обучающиеся выполняют последовательность заданий (задач). В соответствии с последовательностью в списке группы один из обучающихся работает у доски. Успешная работа у доски, а также проявление инициативности при решении задач на рабочем месте поощряются баллами в соответствии со шкалой модульно-рейтинговой системы университета.

Вариант контрольной работы обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы. В соответствии с заданием обучающийся должен выполнить предложенные задания, получить и обосновать требуемые результаты.

### **11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению лабораторных работ**

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 у 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**

Вариант задания по каждой лабораторной работе обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы. Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающийся должен подготовить необходимые данные, получить от преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

Отчет о лабораторной работе должен включать: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации».

### **Методические указания по выполнению лабораторных работ:**

Цифровые системы управления и обработки информации [Текст] : методические указания к выполнению лабораторных работ / С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения ; сост. А. В. Лопарев. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2009. - 27 с.

### **11.4. 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.

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-методические материалы по дисциплине.

#### **11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине. Формой оценки полученных в процессе изучения дисциплины знаний, навыков самостоятельной работы и способности применять их для решения практических задач является экзамен. Экзамен проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации соответствует требованиям Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы 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