

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

Кафедра № 31

УТВЕРЖДАЮ
Ответственный за образовательную
программу

доц., к.э.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Т.Н. Елина

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«27» июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровая обработка сигналов»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	10.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Информационная безопасность
Наименование направленности	Безопасность компьютерных систем
Форма обучения	очная
Год приема	2024

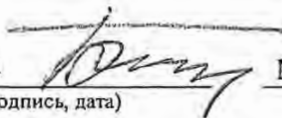
Санкт-Петербург– 2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Ст. преп.
(должность, уч. степень, звание)

27.06.24
(подпись, дата)



М.С. Брунов
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 31

«27» июня 2024 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 31

д.т.н., проф.
(уч. степень, звание)

(подпись, дата)



27.06.24

В.Ф. Шишлаков
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

Ст. преп.
(должность, уч. степень, звание)

27.06.24
(подпись, дата)



Н.В. Решетникова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 10.03.01 «Информационная безопасность» направленности «Безопасность компьютерных систем». Дисциплина реализуется кафедрой «№31».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-4 «Способен контролировать целостность систем и сетей связи, а также программных, программно-аппаратных (в том числе крипто-графических) и технических средств и систем защиты сетей от несанкционированного доступа»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами и практическими приемами цифровой фильтрации, обработки и преобразований данных в современных системах обработки сигналов.

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 дифференцированного зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Цифровая обработка сигналов» является ознакомление студентов с теоретическими основами и практическими приемами цифровой фильтрации, обработки и преобразований данных в современных системах. Задачами дисциплины являются: изучение в требуемом объеме соответствующего математического аппарата цифровой обработки сигналов; изучение способов реализации эффективных алгоритмов преобразования и анализа.

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-4 Способен контролировать целостность систем и сетей связи, а также программных, программно-аппаратных (в том числе криптографических) и технических средств и систем защиты сетей от несанкционированного доступа	ПК-4.3.1 знает принципы построения современных сетей электросвязи, математические модели каналов связи, виды модуляции сигналов ПК-4.У.1 умеет оценивать помехоустойчивость и эффективность сетей электросвязи при передаче трафика, оптимизировать их параметры

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»,
- «Теория вероятностей»,
- «Основы теории управления»,

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при написании выпускной квалификационной работы.

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
--------------------	-------	---------------------------

		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	21	21
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

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) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Введение	4		3		2
Раздел 2. Дискретные сигналы	4		3		2
Раздел 3. Дискретные системы	4				2
Раздел 4. Спектральный анализ	10		4		8
Раздел 5. Проектирование дискретных фильтров	8		4		5
Раздел 6. Эффекты квантования в цифровых системах	4		3		2
Итого в семестре:	34		17		21
Итого	34	0	17	0	21

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	Введение. Энергия и мощность сигнала. Ряд Фурье. Преобразование Фурье. Примеры расчета преобразования Фурье. Свойства преобразования Фурье. Фурье-анализ неинтегрируемых сигналов. Расчет аналоговых фильтров-прототипов.

2	Дискретные сигналы. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразование. Частота Найквиста. Спектр дискретного сигнала. Теорема Котельникова. Z-преобразование. Связь z-преобразования с преобразованиями Лапласа и Фурье. Пространство дискретных сигналов. Дискретные случайные сигналы. Корреляционная матрица. Дискретный белый шум.
3	Дискретные системы. Способы описания дискретных систем. Фильтры первого и второго порядка. Преобразование случайного сигнала в дискретной системе. Рекурсивные и нерекурсивные дискретные фильтры. Формы реализации дискретных фильтров (каноническая форма, транспонированная форма, последовательная (каскадная) форма, параллельная форма).
4	Спектральный анализ. Дискретное преобразование Фурье. Свойства дискретного преобразования Фурье. Восстановление непрерывного сигнала с помощью ДПФ. Матрица ДПФ. Связь ДПФ и спектра дискретного сигнала. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. БПФ с прореживанием по времени. БПФ с прореживанием по частоте. Взаимосвязь ДПФ и фильтрации. Дискретная фильтрация с помощью ДПФ. Растекание спектра. Весовые функции. Спектр дискретного случайного процесса. Периодограмма. Метод Уэлча. Авторегрессионная модель. Метод MUSIC. Метод EV.
5	Проектирование дискретных фильтров. Синтез рекурсивных фильтров по аналоговому прототипу. Метод билинейного z-преобразования. Метод инвариантной импульсной характеристики. Оптимальные методы. Минимизация квадратической ошибки ($p = 2$). Минимаксная оптимизация ($p = \infty$). Субоптимальные методы. Синтез с использованием окон. Фильтры с косинусоидальным сглаживанием АЧХ.
6	Эффекты квантования в цифровых системах. Форматы представления чисел. Представление отрицательных чисел. Формат с фиксированной запятой. Формат с плавающей запятой. Процесс квантования. Шум квантования. Неравномерное квантование. Эффекты квантования. Квантование коэффициентов цифровых фильтров. Масштабирование коэффициентов цифровых фильтров. Переполнение разрядной сетки в процессе вычислений. Аналитическая модель собственного шума в фильтрах с фиксированной запятой.

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
Учебным планом не предусмотрено					

Всего			
-------	--	--	--

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
Семестр 5				
1	Синтез и анализ БИХ-фильтров средствами компьютерного моделирования	3	3	1
2	Компьютерное моделирование дискретных сигналов	3	3	2
3	Фильтрация с помощью ДПФ	4	4	4
4	Синтез и анализ КИХ-фильтров средствами компьютерного моделирования	4	4	5
5	Исследование шумов квантования в цифровой системе	3	3	6
Всего		17	17	

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 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	10	10
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	4	4
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	7	7
Всего:	21	21

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)
	Цифровая обработка сигналов : учебно-методическое пособие /А. Ю. Зелинберг, Ю. А. Корнеев; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2022. – 76 с.	
	Цифровая обработка сигналов : учебно-методическое пособие /В. А. Сериковов, В. Р. Луциев; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2021. – 39 с.	

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»

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

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
	MatLab

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 таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	

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
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; 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»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.

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
	Учебным планом не предусмотрено	

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
1	Энергия и мощность сигнала	ПК-4.3.1
2	Ряд Фурье	ПК-4.У.1
3	Преобразование Фурье	ПК-4.У.1
4	Преобразования Фурье типовых сигналов	ПК-4.У.1
5	Фурье-анализ неинтегрируемых сигналов	ПК-4.У.1
6	Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы	ПК-4.У.1
7	Спектр дискретного сигнала	ПК-4.У.1
8	Теорема Котельникова	ПК-4.У.1
9	Связь z-преобразования с преобразованиями Лапласа и Фурье	ПК-4.3.1
10	Пространство дискретных сигналов	ПК-4.3.1
11	Дискретные случайные сигналы	ПК-4.3.1
12	Корреляционная матрица	ПК-4.3.1
13	Дискретный белый шум	ПК-4.3.1
14	Способы описания дискретных систем	ПК-4.3.1
15	Фильтры первого и второго порядка	ПК-4.3.1
16	Преобразование случайного сигнала в дискретной системе	ПК-4.У.1
17	Рекурсивные и нерекурсивные дискретные фильтры	ПК-4.У.1
18	Формы реализации дискретных фильтров	ПК-4.У.1
19	Дискретное преобразование Фурье (ДПФ)	ПК-4.У.1
20	Свойства дискретного преобразования Фурье	ПК-4.У.1
21	Восстановление непрерывного сигнала с помощью ДПФ	ПК-4.У.1
22	Матрица ДПФ	ПК-4.У.1
23	Связь ДПФ и спектра дискретного сигнала	ПК-4.3.1
24	Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ)	ПК-4.3.1
25	БПФ с прореживанием по времени	ПК-4.3.1
26	БПФ с прореживанием по частоте	ПК-4.3.1
27	Взаимосвязь ДПФ и фильтрации	ПК-4.3.1
28	Дискретная фильтрация с помощью ДПФ	ПК-4.3.1
29	Растекание спектра	ПК-4.3.1

30	Весовые функции	ПК-4.3.1
31	Спектр дискретного случайного процесса	ПК-4.У.1
32	Периодограмма	ПК-4.У.1
33	Синтез рекурсивных фильтров по аналоговому прототипу	ПК-4.У.1
34	Метод билинейного z-преобразования	ПК-4.У.1
35	Метод инвариантной импульсной характеристики	ПК-4.У.1
36	Оптимальные методы синтеза фильтров	ПК-4.У.1
37	Синтез фильтров с использованием окон	ПК-4.У.1
38	Фильтры с косинусоидальным сглаживанием АЧХ	ПК-4.У.1
39	Эффекты квантования в цифровых системах	ПК-4.У.1
40	Шум квантования	ПК-4.У.1
41	Квантование коэффициентов цифровых фильтров	ПК-4.У.1
42	Масштабирование коэффициентов цифровых фильтров	ПК-4.3.1

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
1	Для периодического сигнала с периодом T и частотой f выполняются соотношения: 1) Частота вычисляется по формуле: $f=1/T$ 2) Частота вычисляется по формуле: $f=2/T$ 3) Круговая частота вычисляется по формуле: $\omega =2\pi f$ 4) Круговая частота вычисляется по формуле: $\omega = \pi/f$	ПК-4.3.1
2	Мгновенная мощность сигнала вычисляется по формуле 1) $E = \int_0^T s^2(t)dt$ 2) $E = s^2(t)$ 3) $E = \frac{1}{T} \int_0^T s^2(t)dt$ 4) $E = \int_0^T s^3(t)dt$	
3	Средняя мощность сигнала вычисляется по формуле 1) $E = \int_0^T s^2(t)dt$ 2) $E = s^2(t)$ 3*) $E = \frac{1}{T} \int_0^T s^2(t)dt$	

	4) $E = \int_0^T s^3(t)dt$	
4	Энергия сигнала вычисляется по формуле 1) $E = \int_0^T s^2(t)dt$ 2) $E = s^2(t)$ 3) $E = \frac{1}{T} \int_0^T s^2(t)dt$ 4) $E = \int_0^T s^3(t)dt$	
5	Финитными называют сигналы 1)С конечной длительностью 2)Гармонические 3)Ступенчатые 4)Периодические	
6	Если сигнал является четной и вещественной функцией, то в его ряде Фурье будут присутствовать только 1)Косинусные слагаемые 2)Синусные слагаемы 3)Слагаемые четными степенями 4) Слагаемые нечетными степенями	
7	Если сигнал является нечетной и вещественной функцией то в его ряде Фурье будут присутствовать только 1)Косинусные слагаемые 2)Синусные слагаемы 3)Слагаемые четными степенями 4) Слагаемые нечетными степенями	
8	Если сигнал является четной и вещественной функцией, то в его преобразовании Фурье спектр будет 1)Чисто вещественным 2)Чисто мнимым 3)Содержать слагаемые только с четными степенями 4) Содержать слагаемые только с нечетными степенями	
9	Если сигнал является нечетной функцией, то в его преобразовании Фурье спектр будет 1)Чисто вещественным 2)Чисто мнимым 3)Содержать слагаемые только с четными степенями 4) Содержать слагаемые только с нечетными степенями	
10	Этот фильтр не имеет пульсаций не в полосе пропускания не в полосе заграждения 1)Фильтр Баттерворта 2)Фильтр Чебышева 1-го рода 3) Фильтр Чебышева 2-го рода 4)Эллиптический фильтр	
11	Этот фильтр имеет пульсации как в полосе пропускания, так и в полосе заграждения 1)Фильтр Баттерворта	

	<p>2)Фильтр Чебышева 1-го рода 3) Фильтр Чебышева 2-го рода 4)Эллиптический фильтр</p>	
12	<p>Фильтры, пропускающие все частоты кроме лежащих в некоторой полосе частот, называются</p> <p>1)Фильтрами нижних частот 2) Фильтрами верхних частот 3)Полосовыми фильтрами 4)Режекторными фильтрами</p>	
13	<p>Все полюса функции передачи этого фильтра расположены на окружности</p> <p>1)Фильтр Баттерворта 2)Фильтр Чебышева 1-го рода 3) Фильтр Чебышева 2-го рода 4)Эллиптический фильтр</p>	
14	<p>Эллиптический фильтр позволяет добиться крутого ската АЧХ</p> <p>1)В зоне пропускания 2)В зоне заграждения 3)В переходной зоне</p>	
15	<p>Частотные преобразования фильтров позволяют преобразовать</p> <p>1)Фильтр нижних частот в фильтр верхних частот 2) Фильтр нижних в полосовой фильтр 3) Фильтр нижних в режекторный фильтр 4) Фильтр нижних в с одной частотой среза в фильтр нижних в с другой частотой среза</p>	
16	<p>Частотой Найквиста называется</p> <p>1)Частота повторения периодического сигнала 2)Круговая частота 3)Половина частоты дискретизации</p>	
17	<p>Гармонический сигнал можно восстановить его по дискретным отсчетам, если максимальная частота</p> <p>1)Меньше частоты Найквиста 2)Больше частоты Найквиста 3)Равна частоте Найквиста</p>	
18	<p>Спектр дискретизированного сигнала представляет собой бесконечный ряд сдвинутых копий спектра исходного непрерывного сигнала. Расстояние по частоте между соседними копиями спектра равно</p> <p>1)Частоте дискретизации 2)Частоте Найквиста 3)Половине частоты дискретизации 4)Половине частоты Найквиста</p>	
19	<p>Теорема Котельникова говорит о том, что любой сигнал $s(t)$, спектр которого не содержит составляющих с частотами выше некоторого значения $\omega = 2\pi f$, может быть без потерь информации представлен своими дискретными отсчетами, взятыми с интервалом T, удовлетворяющим следующему неравенству:</p> <p>1) $T \leq \pi / \omega$ 2) $T < \pi / \omega$ 3) $T > \pi / \omega$ 4) $T < \pi \omega$</p>	
20	Z-преобразование играет для дискретных сигналов и систем такую	

	<p>же роль, как для аналоговых сигналов и систем играет</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)Преобразование Лапласа 2)Преобразование Фурье 3)Преобразование Гильберта 4)Преобразование Тастина 	
21	<p>Алгоритм дискретной фильтрации построен с использованием</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)Дифференциальных уравнений 2)Разностных уравнений 3)Интегральных уравнений 4)Нелинейных уравнений 	ПК-4.У.1
22	<p>Импульсной характеристикой дискретной системы называется реакция системы, при нулевых начальных условиях, на</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)Единичный дискретный импульс 2)Прямоугольный импульс 3)Треугольный импульс 4)Гауссов радиоимпульс 	
23	<p>Какое преобразование позволяет перейти от импульсной характеристики дискретной системы к функции передачи дискретной системы?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)Преобразование Лапласа 2)Преобразование Фурье 3)Z-преобразование 	
24	<p>Частотная характеристика линейной дискретной системы (комплексный коэффициент передачи) является периодической функцией с периодом повторения по частоте равным</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)Частоте дискретизации 2)Частоте Найквиста 3)Половине частоты дискретизации 4)Половине частоты Найквиста 	
25	<p>Полюсами функции передачи линейной системы называются</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)Корни числителя функции передачи 2) Корни знаменателя функции передачи 3) Коэффициенты числителя функции передачи 4) Коэффициенты знаменателя функции передачи 	
26	<p>Чтобы дискретная система была устойчива, все полюсы функции передачи должны находиться на комплексной плоскости</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)Слева от мнимой оси 2)Справа от мнимой оси 3) Внутри единичного круга 4) На единичной окружности 	
27	<p>Рекурсивными называют дискретные фильтры имеющие</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)Конечную импульсную характеристику 2)Бесконечную импульсную характеристику 3)Линейную ФЧХ 4)Нелинейную ФЧХ 	
28	<p>Нерекурсивными называют дискретные фильтры имеющие</p> <ol style="list-style-type: none"> 1)Конечную импульсную характеристику 2)Бесконечную импульсную характеристику 3)Линейную ФЧХ 4)Нелинейную ФЧХ 	

29	На практике распространены алгоритмы быстрого преобразования Фурье, имеющие следующие названия 1) С прореживанием по времени 2) С прореживанием по частоте 3) С прореживанием по фазе 4) С прореживанием по амплитуде
30	Быстрое преобразование Фурье при отсутствии вычислительных погрешностей 1) Является приближенным алгоритмом 2) Не является приближенным алгоритмом 3) Дает тот же результат, что и обычное преобразование Фурье
31	Укажите порядок вычисления полюсов линейного стационарного дискретного БИХ фильтра 1) Нахождение характеристического уравнения 2) Вычисление корней характеристического уравнения 3) Оценка места расположения полюсов на комплексной плоскости 4) Применение критерия устойчивости
32	Распределите по группам дискретные фильтры 1) Имеют конечную импульсную характеристику 2) Имеют бесконечную импульсную характеристику 3) Используют предыдущие отчеты только входного сигнала 4) Используют предыдущие отчеты только выходного сигнала
33	Что называют гармониками при разложении сигнала в ряд Фурье?
34	Что называют амплитудным и фазовым спектрами при разложении сигнала в ряд Фурье?
35	Приведите пример, иллюстрирующий дуальность преобразования Фурье
36	Перечислите названия основных свойства Z-преобразования (не менее трех)
37	Перечислите названия основных свойства дискретного преобразования Фурье (не менее трех)
38	Приведите примеры методов синтеза рекурсивных фильтров по аналоговому прототипу (не менее одного)
39	В чем отличие оптимальных и субоптимальных методов синтеза дискретных фильтров
40	Приведите названия окон (не менее трех), которые могут быть использованы при синтезе нерекурсивных дискретных фильтров
41	В чем особенности синтеза нерекурсивных дискретных фильтров с косинусоидальным сглаживанием
42	Как можно уменьшить ошибки, возникающие при округлении коэффициентов цифровых фильтров
43	Какие преобразования позволяют вычислять энергию сигналов в частотной области

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:

- Методы и средства ЦОС, связь с задачами реального мира;
- Разделы ЦОС, классификация решаемых задач и соответствующих им моделей;
- Современная ЦОС, методы функционального анализа.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению 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 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 приведены в следующих источниках:

Методические указания к выполнению лабораторных работ по ЦОС готовятся к размещению на электронном ресурсе ГУАП.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе имеет форму гипертекстового документа, содержащего задание на лабораторную работу, краткие теоретические сведения по теме работы, описание схем и алгоритмов, использованных при выполнении работы, результаты вычислительных экспериментов в виде графиков (диаграмм), а также выводы по итогам проделанной работы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет должен содержать титульный лист, а его содержание должно быть оформлено согласно ГОСТ 7.32 – 2017.

Нормативная документация, необходимая для оформления, приведена на электронном ресурсе ГУАП: <https://guap.ru/standart/doc>

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.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится путем мониторинга результатов выполнения лабораторных работ, контрольными вопросами на защите лабораторных работ, путем проведения обратной связи во время проведения лекций.

Своевременная сдача отчетов по лабораторным работам и положительный результат на их защите может учитываться при проведении промежуточной аттестации.

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:

– 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».

Промежуточная аттестация проводится по ФОС, приведенному в п. 10.3 данной рабочей программы.

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