

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


Кафедра № 25

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_  
 (должность, уч. степень, звание)

Н.В. Марковская \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)

 \_\_\_\_\_  
 (подпись)

«11» февраля 2026 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

доц., к.т.н. \_\_\_\_\_  
 (должность, уч. степень, звание)

 11.02.2026  
 (подпись, дата)

М.Л. Маслаков \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 25

«11» февраля 2026 г. протокол № 7/2025-26

Заведующий кафедрой № 25

д.т.н., проф. \_\_\_\_\_  
 (уч. степень, звание)

 11.02.2026  
 (подпись, дата)

А.М. Тюрликов \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_  
 (должность, уч. степень, звание)

 11.02.2026  
 (подпись, дата)

Н.В. Марковская \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровая обработка сигналов»  
 (Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Наименование направленности/ специализации	Коммуникационные технологии Интернета вещей
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург – 2026

## Аннотация

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» направленности/специализации «Коммуникационные технологии Интернета вещей». Дисциплина реализуется кафедрой «№25».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-3 «Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами, основными алгоритмами и устройствами цифровой обработки сигналов.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (5 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

Целями преподавания дисциплины «Цифровая обработка сигналов» являются изучение основ фундаментальной теории цифровой обработки сигналов (ЦОС) в части базовых методов и алгоритмов, инвариантных относительно физической природы сигнала; усвоение принципов математического описания линейных дискретных систем и дискретных сигналов, включая преобразования Фурье; изучение основных этапов проектирования цифровых фильтров (ЦФ) и принципов построения многоскоростных систем ЦОС.

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 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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК-3.3.1 знает основные закономерности передачи информации в инфокоммуникационных системах, основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем ОПК-3.3.2 знает принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов; принципы построения телекоммуникационных систем различных типов и способы распределения информации в сетях связи ОПК-3.У.1 умеет решать задачи обработки данных с помощью средств вычислительной техники

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Физика»,
- «Основы программирования»,

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

- «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей»;
- «Общая теория связи»

## 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>		
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	45	45
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	31	31
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> 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) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Введение Тема 1.1 - Предмет, цель и содержание курса. Тема 1.2 - Основные определения в цифровой обработке сигналов.	4				2
Раздел 2. Разложение сигналов по базису комплексных экспонент Тема 2.1 - Разложение сигналов в ряд Фурье. Тема 2.2 - Интегральное преобразование Фурье. Тема 2.3 - Дискретное преобразование Фурье.	7		4		6
Раздел 3. Аналогово-Цифровое и Цифро-Аналоговое преобразование Тема 3.1 – Дискретизация аналогового сигнала Тема 3.2 – Квантование дискретного сигнала по уровню	8		14		8
Раздел 4. Анализ дискретных систем Тема 4.1 - Z-преобразование. Тема 4.2 - Характеристики дискретных систем.	8				7

Раздел 5. Проектирование цифровых фильтров Тема 5.1 - Виды дискретных фильтров. Тема 5.2 - Формы реализации дискретных фильтров. Тема 5.3 - Авторегрессионный анализ.	7		16		8
Итого в семестре:	34		34		31
Итого	34	0	34	0	31

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

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	<p><i>Раздел 1. Введение</i></p> <p><i>Тема 1.1 - Предмет, цель и содержание курса.</i> Краткая характеристика курса. Задачи и содержание дисциплины.</p> <p><i>Тема 1.2 - Основные определения в цифровой обработке сигналов.</i> Классификация сигналов. Скалярное произведения, взаимная корреляция, автокорреляция. Понятие базиса в векторном пространстве и пространстве функций.</p>
<b>2</b>	<p><i>Раздел 2. Разложение сигналов по базису комплексных экспонент</i></p> <p><i>Тема 2.1 - Разложение сигналов в ряд Фурье.</i> Ортонормированный базис гармонических функций. Действительное разложение в ряд Фурье. Ортонормированный базис комплексных экспонент. Разложение в комплексный ряд Фурье. Свойства разложения в ряд Фурье. Равенство Парсеваля.</p> <p><i>Тема 2.2 - Интегральное преобразование Фурье.</i> Переход от разложения в ряд к интегральному преобразованию Фурье для непрерывных непериодических сигналов. Свойства интегрального преобразования Фурье. Равенство Парсеваля для интегрального преобразования Фурье.</p> <p><i>Тема 2.3 - Дискретное преобразование Фурье.</i> Разложение в ряд Фурье дискретного сигнала. Свойства дискретного преобразования Фурье. Способы построения быстрых алгоритмов вычисления дискретного преобразования Фурье.</p>
<b>3</b>	<p><i>Раздел 3. Аналогово-Цифровое и Цифро-Аналоговое преобразование</i></p> <p><i>Тема 3.1 – Дискретизация аналогового сигнала</i> Связь спектров дискретного и аналогового сигналов.</p>

	<p>Теорема Котельникова. Доказательство возможности восстановления аналогового сигнала по дискретному без потерь. Процедура восстановления аналогового сигнала без потерь.</p> <p><i>Тема 3.2 – Квантование дискретного сигнала по уровню</i></p> <p>Классификация способов квантования. Равномерное скалярное квантование сигнала, описываемого равномерным распределением. Оценка шума при равномерном скалярном квантовании. Оптимальное неравномерное квантование. Процедура Ллойда-Макса. Оптимальное векторное квантование. Алгоритм Линде-Бузо-Грея.</p>
4	<p><i>Раздел 4. Анализ дискретных систем</i></p> <p><i>Тема 4.1 - Z-преобразование.</i></p> <p>Связь Z-преобразования с преобразованием Фурье. Свойства Z-преобразования. Обратное Z-преобразование.</p> <p><i>Тема 4.2 - Характеристики дискретных систем.</i></p> <p>Понятие линейной системы. Связь между входом и выходом линейной системы. Дискретная свертка. Представление линейной системы в частотной области. Импульсный отклик, импульсная и частотная характеристики, функция передачи. Нули и полюсы системы.</p>
5	<p><i>Раздел 5. Проектирование цифровых фильтров</i></p> <p><i>Тема 5.1 - Виды дискретных фильтров.</i></p> <p>Фильтры с конечной импульсной характеристикой. Фильтры с бесконечной импульсной характеристикой.</p> <p><i>Тема 5.2 - Формы реализации дискретных фильтров.</i></p> <p>Каноническая форма. Транспонированная форма. Каскадная форма. Параллельная форма.</p> <p><i>Тема 5.3 - Авторегрессионный анализ.</i></p> <p>Авторегрессионная модель. Уравнения Юла-Волкера. Решение системы уравнений Юла-Волкера рекурсивным методом Левинсона-Дарбина.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
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	Преобразование Фурье.	4		2
2	Анализ спектров.	6		3
3	Исследование методов квантования сигналов.	8		3
4	Методы цифровой фильтрации.	8		5
5	Формы реализации дискретных фильтров.	8		5
Всего		34		

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 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	7	7
Подготовка отчетов по лабораторным работам (ЛР)	9	9
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	31	31

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)
<a href="https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&amp;view=irbis&amp;Itemid=108">https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&amp;view=irbis&amp;Itemid=108</a> Режим доступа: для авторизованных пользователей.	Введение в цифровую обработку сигналов : [ Электронный ресурс ] : учебное пособие / М. Р. Гильмутдинов, Н. Д. Егоров, А. И. Веселов ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 95 с. - Систем. требования: ACR OBAT READER 5.X. - Б. ц. - Текст : электронный.	
004.383.3 (075) М 77 004	Монаков, А. А. Основы цифровой обработки сигналов: дискретные сигналы и цифровые фильтры: учебное пособие/ А. А. Монаков; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения . - СПб.: ГОУ ВПО "СПбГУАП", 2008. - 111 с.	<b>111</b>
<a href="https://e.lanbook.com/book/73524">https://e.lanbook.com/book/73524</a> Режим доступа: для авторизованных пользователей.	Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов : учебник / А. Оппенгейм, Р. Шафер. — 3-е	

	изд., испр. — Москва : Техносфера, 2012. — 1048 с.	
<a href="https://e.lanbook.com/book/60986">https://e.lanbook.com/book/60986</a> Режим доступа: для авторизованных пользователей.	Смит, С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников : учебник / С. Смит. — Москва : ДМК Пресс, 2011. — 720 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
<a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a>	Элементы электронного курса по дисциплине размещены <u>внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»</u>

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» ( <a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a> ) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso">https://guap.ru/it/system/iso</a>
2.	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» ( <a href="https://guap.ru/">https://guap.ru/</a> ), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3.	LibreOffice 5 (Лицензия LGPLv3)
4.	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )
5.	MozillaFirefox(лицензии GPL/LGPL/MPL)
6.	MathWorks MATLAB (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )

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	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий ( <a href="https://lib.guap.ru/">https://lib.guap.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» ( <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» ( <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Znanium ( <a href="https://znanium.ru/">https://znanium.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
5	Образовательная платформа «Юрайт» ( <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a> ), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам 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	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации - Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; переносной набор демонстрационного оборудования; Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по точке доступа WiFi	
2	Учебная аудитория для лабораторных работ, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; лабораторное оборудование (ПЭВМ - 12 шт., объединенных в локальную вычислительную сеть; обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети и точке доступа WiFi)	
3	Помещение для самостоятельной работы, Интернет-класс. Специализированная мебель, возможность подключения к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации. 10 ПК, Принтер лазерный HPLJP4515n, Принтер HP LaserJetEnterprise 600	12-16 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

	M602dn.	
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся - Читальный зал библиотеки ГУАП: специализированная мебель; персональные компьютеры – 10 шт., обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети и точке доступа WiFi, а также к электронно-библиотечным системам, реферативной базе данных Scopus; копировальный аппарат Kyocera KM2035.	22-19 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

#### 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; 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, 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;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> <li>– правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.</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> <li>– правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	Классификация сигналов. Постановка задачи аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразований.	ОПК-3.3.1 ОПК-3.3.2 ОПК-3.У.1
2.	Классификация сигналов. Гармонический сигнал. Сигнал в комплексной форме.	
3.	Понятие энергии и мощности. Отношение сигнал/шум.	
4.	Аналитический сигнал. Комплексная огибающая сигнала.	
5.	Дельта функция Дирака. Фильтрующее свойство дельта функции. Примеры применения.	
6.	Векторное пространство и пространство функций. Комплексная плоскость. Формула Эйлера.	
7.	Скалярное произведение векторов, пространство функций со скалярным произведением. Эвклидово расстояние. Автокорреляционная функция.	
8.	Линейная независимость векторов. Базис линейного пространства. Примеры вещественных и комплексных базисов.	
9.	Ряды Фурье. Синусно-косинусная форма.	
10.	Разложение в комплексный ряд Фурье.	
11.	Свойства рядов Фурье. Разложение в ряд Фурье четных и нечетных функций. Разложение в ряд Фурье функций с периодом, отличным от $2\pi$ . Правило Парсеваля.	
12.	Переход от рядов Фурье к интегральному преобразованию Фурье. Спектральная плотность непериодического сигнала.	
13.	Свойства преобразования Фурье.	
14.	Дискретное преобразование Фурье. Основные свойства дискретного преобразования Фурье.	
15.	Алгоритмы БПФ.	
16.	Дискретизация аналогового сигнала. Спектры дискретного и аналогового сигналов.	
17.	Теорема Котельникова.	

18.	Восстановление аналогового сигнала по дискретным отсчетам. Интерполяционный ряд Котельникова.
19.	Передискретизация сигналов.
20.	Равномерное скалярное квантование. Отношение сигнал/шум.
21.	Постановка задачи оптимального неравномерного скалярного квантования.
22.	Линейные системы. Основные понятия и характеристики.
23.	Комплексный коэффициент передачи. АЧХ и ФЧХ. ГВЗ.
24.	Описание линейных систем с помощью дифференциальных уравнений. Функция передачи.
25.	Описание линейных систем. Нули и полюсы, вычеты и полюсы функции передачи.
26.	Оценка влияния нулей и полюсов на комплексный коэффициент передачи линейной системы. Условие устойчивости системы
27.	Классификация фильтров. Расчет фильтров по прототипу фильтра низких частот с помощью процедуры преобразования частот.
28.	Фильтр Баттерворта. Основные характеристики, АЧХ и ФЧХ. Расчет полюсов фильтра порядка $N$ . Случай с нечетным $N$ .
29.	Фильтр Баттерворта. Основные характеристики, АЧХ и ФЧХ. Расчет полюсов фильтра порядка $N$ . Случай с четным $N$ .
30.	ФНЧ – фильтр Чебышева I и II рода, эллиптический фильтр и фильтр Бесселя. АЧХ и ФЧХ.
31.	Дискретные линейные системы. Передаточная функция дискретной системы. Свойство периодичности передаточной функции дискретной системы.
32.	Z-преобразование. Определение и основные свойства. Связь с преобразованием Лапласа и преобразованием Фурье.
33.	Способы описания дискретных систем. Нули и полюсы, вычеты и полюсы функции передачи.
34.	Связь АЧХ дискретной системы с нулями и полюсами функции передачи.
35.	Фильтры с конечной импульсной характеристикой. Фильтры с бесконечной импульсной характеристикой.
36.	Переход от прямой к канонической форме реализации рекурсивных фильтров.
37.	Транспонированная форма, каскадная форма и параллельная форма реализации рекурсивных фильтров.
38.	Адаптивная фильтрация. Примеры задач. Алгоритм LMS.
39.	Авторегрессионная модель. AR(1), AR(2). Сведение модели авторегрессии к матричному уравнению.
40.	Алгоритм Левинсона-Дарбина.

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.	Какое утверждение верно: А. Финитные сигналы имеют конечную энергию. Б. Финитные сигналы имеют конечную энергию при условии отсутствия разрывов второго рода. В. Финитные сигналы имеют бесконечную энергию.	ОПК-3.У.1
2.	Детерминированный сигнал это: А. сигнал, представляющий собой случайную величину, которая принимает конкретные значения с некоторой вероятностью. Б. сигнал, значение которого в любой момент времени можно определить точно. В. сигнал конечной длительности. Г. комплексный сигнал, мнимая составляющая которого есть преобразование Гильберта от вещественной составляющей.	ОПК-3.У.1
3.	Чему равен интеграл от дельта-функции $\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = ?$ А. 1. Б. 0. В. $\infty$ .	ОПК-3.У.1
4.	Пусть рассматривается некоторый сигнал $s(t)$ . Расположите формулы в следующем порядке: энергия, мгновенная мощность, средняя мощность. А. $s^2(t)$ Б. $\int_0^T s^2(t) dt$ В. $\frac{1}{T} \int_0^T s^2(t) dt$	ОПК-3.У.1
5.	Что такое «дискретизация» сигнала? А. Преобразование аналогового сигнала в цифровой (квантованный).	ОПК-3.У.1

	<p>Б. Перенос сигнала с низкой частоты на высокую.</p> <p>В. Преобразование сигнала в последовательность значений, взятых в определенные моменты времени.</p> <p>Г. Изменение фазы несущего колебания.</p>	
6.	<p>Эффект «наложения спектров» это:</p> <p>А. Смещение спектра сигнала</p> <p>Б. Искажение амплитуды и фазы сигнала.</p> <p>В. Спектр свёртки двух сигналов.</p> <p>Г. Образование новых частотных составляющих в результате перемножения двух сигналов.</p>	ОПК-3.У.1
7.	<p>Что такое квантование?</p> <p>А. Процесс вычисления отсчетов между имеющимися дискретизированными отсчётами.</p> <p>Б. Процесс уменьшения числа бит, приходящихся на один отсчет сигнала.</p> <p>В. Сжатие сигнала.</p> <p>Г. Процесс приведения значений амплитуды сигнала к ближайшим дискретным значениям.</p>	ОПК-3.У.1
8.	<p>Какими параметрами определяется гармонический сигнал?</p> <p>А. Амплитудой А и частотой <math>\omega</math>.</p> <p>Б. Амплитудой А и начальной фазой <math>\varphi</math>.</p> <p>В. Амплитудой А, частотой <math>\omega</math> и начальной фазой <math>\varphi</math>.</p> <p>Г. Частотой <math>\omega</math> фазой <math>\varphi</math>.</p>	ОПК-3.У.1
9.	<p>Разложению в ряд Фурье могут подвергаться:</p> <p>А. гармонические сигналы.</p> <p>Б. периодические сигналы, удовлетворяющие условию Дирихле.</p> <p>В. любой сигнал конечной длительности.</p> <p>Г. любой сигнал с конечной энергией.</p>	ОПК-3.У.1
10.	<p>Какая из формул для ряда Фурье верная?</p> <p>А. <math>s(z) = \sum_{k=0}^{\infty} s(t)z^{-k}</math></p> <p>Б. <math>s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} (a_k \cos(k\omega t) + b_k \sin(k\omega t)) \exp(-j\omega t)</math></p> <p>В. <math>s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos(k\omega t) + b_k \sin(k\omega t))</math></p> <p>Г. <math>S(\omega) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos(k\omega t) + b_k \sin(k\omega t))</math></p>	ОПК-3.У.1
11.	<p>Какая из приведенных формул – формула прямого преобразования Фурье?</p> <p>А. <math>S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \exp(-j\omega t) dt</math></p> <p>Б. <math>S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} s(\tau) s(t - \tau) d\tau</math></p> <p>В. <math>S(\omega) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{s(\tau)}{t - \tau} d\tau</math></p>	ОПК-3.У.1

	Г. $S(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_0^T s(t) \exp(j\omega t) dt$ , где $T$ – период сигнала.	
12.	В соответствии с теоремой Котельникова частота дискретизации должна быть: А. $\geq f_s$ , где $f_s$ – максимальная частота спектра сигнала. Б. $> 2f_s$ , где $f_s$ – максимальная частота спектра сигнала. В. $> 4f_s$ , где $f_s$ – максимальная частота спектра сигнала. Г. $> 2f_c$ , где $f_c$ – центральная частота спектра сигнала.	ОПК-3.У.1
13.	Что из приведенного не является свойством преобразования Фурье? А. Линейность. Б. Круговая/циклическая свертка. В. Сдвиг. Г. Растяжение. Какое из утверждений, связанного с быстрым преобразованием Фурье (БПФ) верно: А. БПФ – вычислительно простой алгоритм для расчета приближенного дискретного преобразования Фурье. Б. БПФ может применять только для прямого преобразования Фурье. В. В основе алгоритма БПФ лежит процедура прореживания по времени или по частоте. Г. БПФ может осуществлять для последовательностей определенной длины, например, $N=2^m$ .	ОПК-3.У.1
14.	Взаимная корреляционная функция это: А. метод оценки степени корреляции двух последовательностей. Б. Сумма автокорреляционных функций. В. Произведение двух различных сигналов.	ОПК-3.У.1
15.	Какое утверждение верно? А. Отношение сигнал/шум уменьшается с увеличением разрядности АЦП. Б. Отношение сигнал/шум уменьшается с уменьшением разрядности АЦП. В. Отношение сигнал/шум не связано с разрядностью АЦП.	ОПК-3.У.1
16.	Импульсная характеристика линейной системы это: А. Отклик системы на ступеньку Хевисайда. Б. Преобразование Лапласа от дифференциального уравнения, описывающего связь между входом и выходом линейной цепи. В. Отклик системы на дельта функцию.	ОПК-3.У.1
17.	Амплитудно-частотная характеристика это: А. Z-преобразование от импульсной характеристики. Б. Модуль от преобразования Фурье импульсной характеристики. В. Фаза комплексного коэффициента передачи. Г. Интеграл от импульсной характеристики.	ОПК-3.У.1
18.	Свертка двух сигналов в частотной области есть: А. Произведение их спектров. Б. Произведение спектра первого сигнала на комплексно-сопряженный спектр второго. В. Деление спектра первого сигнала на спектр второго. Г. Свертка спектров сигналов.	ОПК-3.У.1
19.	Система называется устойчивой, если: А. выходной сигнал является ограниченным.	ОПК-3.У.1

	<p>Б. с момента <math>k^*</math>, при котором <math>x(k)=0, k \geq k^*</math> выходной сигнал <math>y(k)=0, k \geq k^*</math>.</p> <p>В. при любых начальных условиях свободные колебания являются затухающими.</p>	
20.	<p>Чтобы дискретная система была устойчива,</p> <p>А. полюсы функции передачи должны быть расположены на комплексной плоскости внутри круга единичного радиуса.</p> <p>Б. полюсы функции передачи должны быть расположены на комплексной плоскости на окружности единичного радиуса.</p> <p>В. полюсы функции передачи должны быть расположены на комплексной плоскости вне круга единичного радиуса.</p> <p>Г. полюсы функции передачи должны быть обратны нулям функции передачи.</p>	ОПК-3.У.1
21.	<p>Что называется «порядком» нерекурсивного фильтра?</p> <p>А. Максимальное количество коэффициентов в прямой или обратной цепи.</p> <p>Б. Количество используемых предыдущих отсчетов входного сигнала.</p> <p>В. Длина его импульсной характеристики.</p> <p>Г. порядок нерекурсивного фильтра равен 1, рекурсивного – 2.</p>	ОПК-3.У.1
22.	<p>ФНЧ – фильтр нижних частот это:</p> <p>А. Фильтр, пропускающий частоты, меньше некоторой частоты среза.</p> <p>Б. Фильтр, пропускающий частоты, больше некоторой частоты среза.</p> <p>В. Фильтр, пропускающий частоты в некотором диапазоне.</p> <p>Г. Фильтр, пропускающий все частоты, кроме частот, лежащих в некотором диапазоне</p>	ОПК-3.У.1
23.	<p>Какой фильтр принято считать фильтром прототипом?</p> <p>А. ФНЧ.</p> <p>Б. ФВЧ.</p> <p>В. полосовой фильтр (ПФ)</p> <p>Г. фильтр Баттерворта.</p> <p>Фазо-частотная характеристика (ФЧХ) это?</p> <p>А. Фаза гармонического сигнала на выходе фильтра.</p> <p>Б. Аргумент комплексной частотной характеристики фильтра.</p> <p>В. Интеграл от комплексной частотной характеристики фильтра.</p> <p>Г. Модуль комплексной частотной характеристики.</p>	ОПК-3.У.1
24.	<p>Групповое время задержки (ГВЗ) это?</p> <p>А. Производная от фазо-частотной характеристики с обратным знаком.</p> <p>Б. Модуль фазо-частотной характеристики.</p> <p>В. Интеграл от комплексной частотной характеристики фильтра.</p> <p>Г. Производная от комплексной частотной характеристики фильтра.</p>	ОПК-3.У.1
25.	<p>Фильтр Чебышева I рода имеет?</p> <p>А. крутой спад АЧХ и пульсации АЧХ полосе пропускания.</p> <p>Б. крутой спад АЧХ и пульсации АЧХ полосе задерживания.</p> <p>В. пульсации АЧХ полосе пропускания и полосе задерживания.</p> <p>Г. максимально гладкую АЧХ в полосе пропускания.</p>	ОПК-3.У.1
26.	<p>z-преобразование свёртки двух последовательностей равно.</p> <p>А. Сумме z-преобразований этих последовательностей.</p> <p>Б. Произведение z-преобразований этих последовательностей.</p>	ОПК-3.У.1

	В. Свёртке z-преобразований этих последовательностей.	
27.	Какие утверждения верные. А. z-преобразование суммы двух последовательностей равно сумме z-преобразований этих последовательностей. Б. z-преобразование это интеграл от сигнала по переменной z. В. z-преобразование связано с преобразованием Лапласа путем подстановки $z = \exp(pT)$ .	ОПК-3.У.1
28.	Передаточная функция дискретной системы представляет собой. А. Отношение преобразования Лапласа выходного сигнала к преобразованию Лапласа входного сигнала при нулевых начальных условиях. Б. Отношение z-преобразования выходной последовательности к z-преобразованию входной последовательности. В. Преобразование Фурье от импульсной характеристики системы.	ОПК-3.У.1
29.	Нули передаточной функции это? А. Нули полинома числителя передаточной функции. Б. Нули полинома знаменателя передаточной функции.	ОПК-3.У.1
30.	Полюса передаточной функции это? А. Нули полинома числителя передаточной функции. Б. Нули полинома знаменателя передаточной функции.	ОПК-3.У.1
31.	Фильтр с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ) представляет собой? А. рекурсивный фильтр. Б. нерекурсивный фильтр. В. физически нереализуемую модель, используемую для теоретического описания систем.	ОПК-3.У.1
32.	Фильтр с конечной импульсной характеристикой (КИХ) представляет собой? А. рекурсивный фильтр. Б. нерекурсивный фильтр. В. Фильтр, получаемый из фильтра с бесконечной импульсной характеристикой путем отбрасывания коэффициентов импульсной характеристики.	ОПК-3.У.1
33.	Интерполяция это. А. Процедура нахождения/прогнозирования неизвестных «будущих» значений некоторой функции, по имеющемуся дискретному набору её известных значений. Б. Процедура нахождения неизвестных промежуточных значений некоторой функции, по имеющемуся дискретному набору её известных значений. В. Процедура нахождения коэффициентов некоторой полиномиальной модели. Г. Процедура переноса спектра сигнала.	ОПК-3.У.1
34.	Какое утверждение верное? А. Ряд Фурье четной функции содержит только синусные коэффициенты. Б. Ряд Фурье четной функции содержит только косинусные коэффициенты. В. Ряд Фурье четной функции содержит ненулевые синусные и косинусные коэффициенты. Г. Ряд Фурье четной функции содержит конечное число коэффициентов.	ОПК-3.У.1

35.	Преобразование Фурье функции $\cos(\omega t)$ представляет собой? А. Гармоническую функцию. Б. Константу во все области частот. В. Дельта функции, расположенные на частотах, соответствующих частоте гармонического сигнала. Г. Функцию $\text{sinc}(\omega t)$ .	ОПК-3.У.1
36.	Какова вычислительная сложность алгоритма БПФ с прореживанием по частоте/времени. А. $O(N^2)$ . Б. $O(2N)$ . В. $O(N/2)$ . Г. $O(N \cdot \log_2(N))$ .	ОПК-3.У.1
37.	Какого фильтра не существует? А. Фильтр Баттерворта. Б. Фильтр Чебышева II рода. В. Эллиптический фильтр. Г. Фильтр Рида-Соломона.	ОПК-3.У.1
38.	Чему равна корреляционная функция сигналов $x(t)$ , $y(t)$ в частотной области? А. $X(\omega)Y^*(\omega)$ . Б. $X(\omega)Y(\omega)$ . В. $X(\omega) + Y(\omega)$ . Г. $X(\omega) - Y(\omega)$ .	ОПК-3.У.1
39.	Какая из приведенных формул называется равенством Парсеваля? А. $E = \int_{-\infty}^{\infty} s^2(t)dt = \int_{-\infty}^{\infty}  S(\omega) ^2 d\omega$ . Б. $S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)\exp(-j\omega t)dt$ . В. $s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} s_1(\tau)s_2(t-\tau)d\tau$ . Г. $s(z) = \sum_{k=0}^{\infty} s(t)z^{-k}$ .	ОПК-3.У.1
40.	Какое утверждение верное. А. ФЧХ фильтра низких частот линейно во всей полосе частот. Б. ФЧХ фильтр с конечной импульсной характеристикой линейно во всей полосе частот. В. ФЧХ показывает, какой будет фазовый сдвиг при прохождении через систему синусоидального сигнала. Г. ФЧХ это производная передаточной функции.	ОПК-3.У.1
41.	Какое из приведенных выражений соответствует функции передачи вида: $\frac{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}{1 + b z^{-1}}$ . А. $y(k) = x(k) + a_1 x(k-1) + a_2 x(k-2) - b y(k-1)$ . Б. $y(k) = x(k) + a_1 x(k-1) + a_2 x(k-2) - b x(k-3)$ . В. $y(k) = b x(k) + a_1 y(k-1) + a_2 y(k-2) - b x(k-1)$ . Г. $y(k) = x(k) + a_1 x(k-1) + a_2 x(k-2)$ .	ОПК-3.У.1

42.	<p>Какие утверждения верны?</p> <p>А. КИХ фильтр это фильтр низких частот.</p> <p>Б. КИХ фильтр всегда устойчив.</p> <p>В. КИХ фильтр это нерекурсивный фильтр.</p> <p>Г. КИХ фильтр является линейной системой.</p>	ОПК-3.У.1
43.	<p>Какие утверждения верны?</p> <p>А. Преобразование Фурье может быть вычислено только для комплексных сигналов.</p> <p>Б. Преобразование Фурье является линейным.</p> <p>В. Преобразование Фурье может быть вычислено для финитных функций.</p> <p>Г. Преобразование Фурье является нелинейным.</p>	ОПК-3.У.1
44.	<p>Теорема Котельникова утверждает, что непрерывный сигнал можно представить в виде интерполяционного ряда вида:</p> <p>А. <math>x(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos(k\omega t) + b_k \sin(k\omega t))</math>.</p> <p>Б. <math>x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k\Delta) \text{sinc}\left(\frac{\pi}{\Delta}(t - k\Delta)\right)</math>.</p> <p>В. <math>x(t) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k \exp(k\omega t)</math>.</p> <p>Г. <math>x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} a_k \exp(-jk\omega t)</math>.</p>	ОПК-3.У.1
45.	<p>АЧХ это?</p> <p>А. Преобразование Фурье сигнала.</p> <p>Б. Модуль преобразования Фурье от импульсной характеристики.</p> <p>В. Амплитуда импульсной характеристики.</p> <p>Г. Модуль огибающей сигнала.</p>	ОПК-3.У.1
46.	<p>Какая из приведенных форм ряда Фурье НЕ верна?</p> <p>А. <math>s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos(k\omega t) + b_k \sin(k\omega t))</math>.</p> <p>Б. <math>s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} c_k \exp(-jk\omega t)</math>.</p> <p>В. <math>s(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos(k\omega t + \varphi_k)</math>.</p> <p>Г. <math>s(t) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k \text{sinc}(k\omega t)</math>.</p>	ОПК-3.У.1
47.	<p>Векторы, составляющие базис:</p> <p>А. являются линейно независимыми.</p> <p>Б. имеют амплитуду равную 1.</p> <p>В. являются линейной комбинацией друг друга.</p>	ОПК-3.У.1
48.	<p>Формула Эйлера имеет вид.</p> <p>А. <math>e^{jx} = \cos(x) + j \sin(x)</math>.</p> <p>Б. <math>\text{sinc}(x) = \frac{\sin(x)}{x}</math>.</p>	ОПК-3.У.1

	В. $\hat{s}(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{s(\tau)}{t - \tau} d\tau.$ Г. $\cos^2(x) + \sin^2(x) = 1.$	
--	--	--

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:

- постановка задачи;
- основные сведения по теме лекции;
- результаты и выводы.

Лекционные материалы приведены в учебном пособии:

Введение в цифровую обработку сигналов : [ Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Р. Гильмутдинов, Н. Д. Егоров, А. И. Веселов ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2016. - 95 с. - Систем. требования: AСROBAT READER 5.X. - Б. ц. - Текст : электронный.  
[https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=108](https://lib.guap.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108)

Режим доступа: для авторизованных пользователей.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах  
*Учебным планом не предусмотрено*

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

*Учебным планом не предусмотрено*

11.4. 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

Вариант задания по каждой лабораторной работе обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы. В соответствии с заданием обучающийся должен подготовить необходимые данные, произвести необходимые расчеты, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, защитить полученные результаты.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: 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 лабораторным работам выполняется отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом), приведенным на сайте ГУАП (<https://new.guap.ru/>) в разделе «Нормативная документация» (<https://guap.ru/standart/doc>). Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП в разделе «Нормативная документация» (<https://guap.ru/standart/doc>).

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы

*Учебным планом не предусмотрено*

11.6. 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 ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Основными методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся, являются источники из перечня печатных и электронных учебных изданий, указанных в таблице 8. Кроме этого, обучающийся может пользоваться электронными ресурсами, указанными в таблицах 9 и 11.

11.7. 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 включает в себя:

- контроль посещаемости;
- письменной выполнение заданий лабораторных работ с защитой отчетов;

Результаты текущего контроля учитываются при проведении промежуточной аттестации в соответствии с требованиями РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП, осваивающих образовательные программы высшего образования».

11.8. 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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП, осваивающих образовательные программы высшего образования».

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