

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

Кафедра № 24

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

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

Е.В. Силяков  
(инициалы, фамилия)

(подпись)  
«24» 05 2024 г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент, к.т.н. С.А. Якушенко  
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 24

«24» 05 2024г, протокол № 5/24

Заведующий кафедрой № 24

к.т.н., доц. О.В. Тихоненкова  
(уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц. Н.В. Марковская  
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы теории связи»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.05.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиоэлектронные системы и комплексы
Наименование направленности	Радиоэлектронные системы передачи информации
Форма обучения	очная
Год приема	2024

## Аннотация

Дисциплина «Основы теории связи» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» направленности «Радиоэлектронные системы передачи информации». Дисциплина реализуется кафедрой «№24».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-6 «Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с математическим описанием сигналов, методами анализа и формирования радиосигналов, их влияния на помехоустойчивость и пропускную способность систем электросвязи, основными закономерностями и методами передачи и приема информации по каналам связи их помехоустойчивостью, а также основами многоканальной связи.

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

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Целью преподавания дисциплины является изучение студентами основ теории электрической связи – математических моделей сигналов, используемых в радиоэлектронных системы передачи информации, методов формирования, преобразования и обработки сигналов, характеристик и основные закономерности передачи информации в многоканальных системах передачи.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (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 частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в табл.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-6 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	ПК-6.3.1 знать методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах
		ПК-6.У.1 уметь пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов
		ПК-6.В.1 владеть средствами разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин: физика; математика; информатика; электротехника; электроника; радиотехнические цепи и сигналы. Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин: устройства приема и обработки сигналов; модемы и кодеки; физические основы когерентной обработке б сигналов; радиотелеметрия; радиоэлектронные системы передачи и информации; системы радиосвязи с подвижными объектами.

## 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 табл.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>	34	34
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в т.ч. 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)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	40	40
<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 (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Общие сведения о системах связи. Тема 1.1. Классификация сигналов и их характеристики. Тема 1.2. Общие сведения о системе связи и ее элементах.	4	2	2		4
Раздел 2. Математическое описание сигналов. Тема 2.1. Сигналы и методы их описания. Тема 2.2. Функциональные пространства сигналов и их базисы. Тема 2.3. Описание статистических и эргодических сигналов. Тема 2.4. Спектральный анализ сигналов.	8	4	2		10
Раздел 3. Модулированные сигналы Тема 3.1. Математические модели модулированных сигналов. Тема 3.2. Математические модели манипулированных сигналов. Тема 3.3. Математические модели многопозиционных сигналов. Тема 3.4. Помехоустойчивость радиосигналов Тема 3.5. Математические модели сигналов импульсной модуляции	12	6	8		14
Раздел 4. Теория передачи сигналов. Тема 4.1. Модели каналов и их характеристики. Тема 4.2. Статистическая задача приема сигналов. Тема 4.3. Алгоритмы оптимального когерентного (некогерентного) приема.	6	2	3		8
Раздел 5. Методы многоканальной передачи сигналов. Тема 5.1. Теоретические основы многоканальных систем передачи. Тема 5.2. Модели многоканальных систем передачи. Тема 5.3. Принципы построения многоканальных систем передачи информации с разделением каналов.	6	3	2		4
Итого в семестре:	34	17	17		40
Итого	34	17	17	0	40

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	Общие сведения о системах связи. Классификация сигналов и их характеристики. Общие сведения о системе связи и ее элементах.
2	Математическое описание сигналов. Сигналы и методы их описания. Дельта-функция, функции Дирака и Хэвисайда. Функциональные пространства сигналов и их базисы. Представление сообщений и сигналов в различных метрических и топологических пространствах. Математическое описание статистических и эр-

	годовых сигналов. Спектральный анализ периодически (финитных) и непериодических сигналов. Временное и спектральное описание сигналов Свойства Фурье, равенство Парсеваля и теорема Хинчина-Винера.
3	Модулированные сигналы. Математические модели однопараметрических радиосигналов. Принципы построения модемов. Математические модели манипулированных (цифровых) сигналов. Принципы построения модемов. Математические модели много-параметрических и –позиционных радиосигналов. Многопозиционные сигналы с амплитудно-фазовой модуляцией. Принципы построения модемов. Помехоустойчивость радиосигналов при когерентном и некогерентном приеме. Предел Шеннона. Синтез сигнально-кодовых конструкций. Математические модели импульсной модуляции. Принципы построения модемов. Сигналы OFDM и MIMO.
4	Теория передачи сигналов. Помехоустойчивость сигналов. Модели каналов и их характеристики. Модели непрерывных и дискретных каналов Канал Гаусса, Редея и Райса. Пропускная способность канала. Статистическая задача приема сигналов. Критерии качества и правила приема дискретных сигналов. Критерий максимального правдоподобия, Котельникова, Байеса, Неймана-Пирсона, Вольде. Алгоритмы оптимального когерентного (некогерентного) приема и структура приемников. Корреляционный прием и согласованная фильтрация. Потенциальная помехоустойчивость сигналов в условиях помех
5	Методы многоканальной передачи сигналов. Теоретические основы многоканальных систем передачи. Матрица Грама. Условие разделимости сигналов. Принципы цифровой передачи непрерывных сообщений. Модели многоканальных систем передачи. Принцип ортогональности сигналов. Принципы построения многоканальных систем передачи информации с разделением каналов.

#### 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 дисциплины	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела
Семестр 5					
1	Расчет и оценка параметров первичных сигналов.	решение ситуационных задач	4	4	1
2	Расчет спектра амплитуд и фаз сложных сигналов.	решение ситуационных задач	4	4	2
3	Расчет и оценка параметров радиосигналов.	решение ситуационных задач	4	4	3
4	Расчет и оценка показателей помехоустойчивости сигналов.	решение ситуационных задач	3	3	4
5	Расчет и оценка показателей качества многоканальных систем передачи.	решение ситуационных задач	2	2	5
Всего			17	17	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ разд. дисциплины
Семестр 5				
1	Исследование процесса дискретизации и квантования сигналов.	2	2	1
2	Исследование погрешности квантования дискретных сигналов	2		1
3	Исследование корреляционных свойств сигналов.	2	2	2
4	Исследование процессов модуляции сигналов	2	2	3
5.	Исследование процессов демодуляции сигналов.	2	2	
6.	Исследования оптимальной согласованной фильтрации сигналов и их помехоустойчивости.	3	3	3
7.	Исследование процесса фазовой автоподстройки частоты	4	4	5
	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
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	6	6
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	4	4
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	30	30
Всего:	40	40

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	Кол. экз. в библиотеке (кроме электронных экз.)
621.391 Б.60	Биккенин Р.Р. Теория электрической связи: уч. пособие/ Р.Р. Биккенин, М.Н. Чесноков. М.:Академия,2010.-498	40
621.391 Б	Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М., Высшая школа, 2003 г	40
621.396.9 Б	Основы теории связи: учебно-методическое пособие / С.А. Якушенко. – СПб.: ГУАП, 2023. – 214 с	

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

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

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

URL адрес	Наименование
<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=11838">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=11838</a>	Теория многоканальных широкополосных систем связи. Учебное пособие для вузов. Кузнецов В.С. "Горячая линия-Телеком" Изд.: 978-5-9912-0281-7 ISBN: 2013, 200с
<a href="http://an[simoff.org/index.html">http://an[simoff.org/index.html</a>	Новейшие данные о развитии сотовой связи (на русском языке)
<a href="http://www.dect.ru/">http://www.dect.ru/</a>	Состояние и перспективы развития стандарта DECT (на русском языке)

## 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
	Не предусмотрено

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

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория с установленным на компьютеры программного обеспечения «MultiSim»	

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

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



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

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1. 2. 3. 4. 5.	Общие сведения о информации, сообщениях, сигналах и системах связи. Состав системы связи и назначение ее элементов. Классификация сигналов и каналов связи и их характеристики. Аналоговый, дискретный и цифровой канал связи (АКС, ДКС, ЦКС). Способы обработки и преобразования сигналов в СВВ и их содержание. Флуктуационные, сосредоточенные, импульсные, аддитивные и мультипликативные помехи, их вероятностные характеристики.	ПК-6.3.1
6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15.	Функциональные пространства и их базисы. Функция включения и дельта-функция. Обобщенные функции. Линейное пространство и понятие координатного базиса. Разложение сигналов по ортогональным функциям их свойства. Разложение сигналов в обобщенный ряд Фурье. Неравенство Парсеваля. Спектральное представление периодических колебаний. Свойства (теоремы) преобразования Фурье. Спектр амплитуд и фаз периодической последовательности импульсов. Спектр амплитуд и фаз одиночного прямоугольного импульса. Взаимосвязь формы и спектра сигнала. Понятие случайного сигнала. Числовые характеристики случайного сигнала. Спектральное представление случайного процесса. Спектральная плотность мощности случайного процесса. Преобразование Хинчина-Винера.	ПК-6.У.1
16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25.	Амплитудная модуляция (АМ) при “простом” и “сложном” модулирующем сигнале. Распределение спектральной мощности в сигнале с АМ. Принципы создания амплитудных модуляторов. Детектирование АМ сигналов. Частотная модуляция (ЧМ) при “простом” и “сложном” модулирующем сигнале. Фазовая модуляция при “простом” и “сложном” модулирующем сигнале. Методы формирования сигналов с угловой модуляцией (ЧМ, ФМ). Способы детектирование сигналов с угловой модуляцией (ЧМ, ФМ). Разновидности фазовой и частотной манипуляции. Офсетная ОФТ, ЧММС . Многопозиционные методы АФМ. Квадратурная модуляция. Помехоустойчивость сигналов. Потенциальная помехоустойчивость сигналов АТ, ЧТ и ФТ при когерентном и некогерентном приеме. Широкополосные сигналы параллельного типа. Многочастотные сигналы.	
26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34.	Модели непрерывных каналов связи. Идеальный канал без помех и аддитивным гауссовским шумом. Канал с межсимвольной интерференцией и аддитивным шумом (многолучевый канал с замираниями Райса и Релея). Скорость передачи информации по ДКС. Пропускная способность канала связи. Пропускная способность и избыточность непрерывного канала связи. Критерии качества приема сигналов (понятия, классификация, задачи). Критерий максимума апостериорной вероятности (МАН). Оптимальный приемник по критерию МАН. Критерий идеального наблюдателя (вывод критерия, схема приемника). Критерий минимального риска– байесовский критерий (вывод критерия, схема). Критерий Неймана-Пирсона (вывод критерия, схема приемника). Корреляционный прием. Согласованная фильтрация дискретных сигналов (вывод критерия, схема).	ПК-6.В.1

35. 36. 37. 38. 39. 40.	Потенциальная помехоустойчивость для двоичной системы с АБГШ при когерентном приеме (сигналов АТ, ЧТ, ФТ). Потенциальная помехоустойчивость для двоичной системы с аддитивным белым шумом при некогерентном приеме (сигналов АТ, ЧТ, ФТ). Структурные схемы оптимальных некогерентных приемников для АТ, ЧТ и ФТ (ОФТ) сигналов. Уравнение оптимальной оценки гауссовского канала связи (схема приемника). ПМУ оптимального приема непрерывных сигналов АМ, ЧМ, ФМ (формулы, схема). Оптимальная фильтрация сигналов. Фильтр Калмана (вывод критерия, схема).	
41. 42. 43. 44.	Общие понятия теории разделения сигналов в системах многоканальной связи. Условие разделимости сигналов, определитель Грама. Принципы многоканальной связи. Частотное разделение каналов (схема). Принципы многоканальной связи. Временное разделение каналов (схема). Принципы многоканальной связи. Разделение каналов по форме сигнала (схема).	
	<p style="text-align: center;"><b>Практика (задачи)</b></p> 1. Вычертить график спектров амплитуд и фаз, определить минимальную максимальную и среднюю мощность аналитически заданного сигнала. 2. Определить спектральный состав и вычертить графики спектров амплитуд и фаз колебаний заданных математической моделью. 3. Найти АКФ кодовой последовательности (меандра) 1010101: записать выражение, построить график АКФ. 4. Найти АКФ кодовой последовательности Баркера длиной 11 чипов - 11100010010: выражение, график АКФ. 5. Какой частотный сдвиг должно иметь передающее устройство в режиме ЧТ (F1), если скорость телеграфирования $V=150(300,500)$ Бод и $k=3$ ? (пояснить). 6. С какой максимальной скоростью телеграфирования могут работать телеграфисты в режиме ЧТ (F1), если на возбудителе передатчика установлен частотный сдвиг $f_{сдв}=200$ Гц, полоса пропускания тракта передачи $\Delta F=1200$ Гц и $k=3$ . 7. Какую полосу пропускания должен иметь тракт передачи однополосного сигнала с остатком несущего колебания $f_n=128$ кГц, если ПЭС имеет параметры $F_{min}-F_{max}=0,3-3,4$ кГц? (пояснить с использованием спектральных диаграмм). 8. Определить полосу пропускания тракта передачи сигнала ЧТ с параметрами: девиация частоты $\Delta f_m=5$ кГц; частота первичного гармонического сигнала $F=1$ кГц. 9. Можно ли по каналу с полосой пропускания $0,3-3,4$ кГц передать манипулированный сигнал ОФТ (F9) {ЧТ (F1), АТ (A1)}, если первичный сигнал имеет скорость телеграфирования $V=100(300,500)$ Бод и $k=3$ ? (пояснить). 10. Чему должно равняться максимально допустимое значение индекса частотной модуляции $m_{чм}$ , чтобы ширина спектра $\Delta F$ модулированного сигнала ЧТ не превысила $50$ кГц при частоте первичного сигнала $F=3,4$ кГц. 11. Определить ширину спектра ЧМС F1-250 (с разрывом фазы) на $f_{нес}=1,2$ МГц и построить спектр амплитуд со следующими параметрами $V=50$ Бод и $k=3$ . 12. Какое количество телеграфных сигналов можно разместить в спектре телефонного канала при скорости телеграфирования $V=100$ Бод и $k=3$ ( $V=50$ Бод и $k=5$ ). 13. Через какой интервал времени ( $\Delta t$ ) необходимо брать отсчеты для передачи первичного сигнала $U(t) = 4 + 2\cos 4\pi l03 t$ с использованием АИМ. 14. Определить полосу пропускания непрерывного гауссовского канала связи при исходных данных: $C=1000(1500,2000)$ бит/с, $P_c/P_{ш} = 3(7,10)$ . 15. Определить пропускную способность канала тональной частоты для следующих параметров: $P_c=10$ мВт; $P_{ш} = 10$ пВт; $\Delta F = \Delta F_{ктч}$ ; $\eta = \eta_{тлф}$ . 16. Определить полосу пропускания непрерывного гауссовского канала связи при $P_c/P_{ш} = 31$ , обеспечивающего передачу данных $C = 1000$ бит/с. 17. Определить количество каналов ТЧ, несущие частоты для каждого канала и нари-	ПК-6.3.1, ПК-6.У.1, ПК-6.В.1

18.	Многоканальная СПИ с ВРК объединяет 30 ЦК со скоростями 64 кбит/с. Определить частоту следования и длительность импульсов в данной системе.	
19.	Многоканальная СПИ с ВРК объединяет 9 ЦК со скоростями 48 кбит/с. Определить частоту следования и длительность импульсов в данной системе.	
20.	По заданному правилу принятия решения определить способ обработки и построить схему приемного устройства, реализующую данное правил.	

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

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

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

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

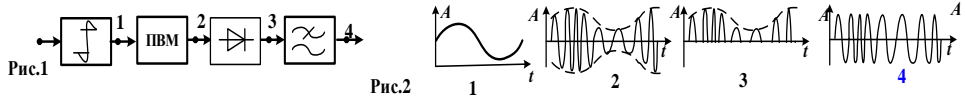
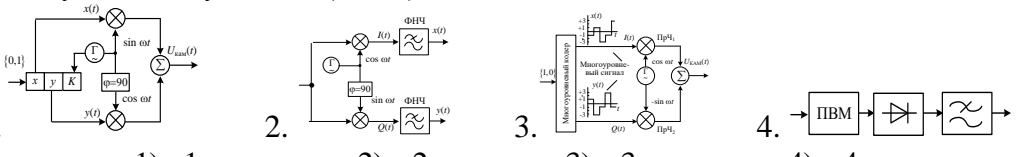
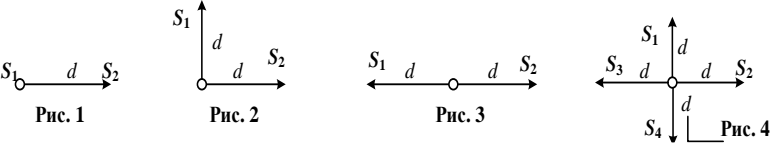
Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования (работы)
	Учебным планом не предусмотрено

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	1. Что называется достоверностью передаваемых сигналов: 1 - возможность принимать сигналы в условиях воздействия помех; 2 - возможность восстанавливать сигналы, хотя они искажены в канале; 3 - степень соответствия принятых сигналов переданным; 4 - соответствие значащих интервалов на приеме и на передаче. 1. -1; 2. -2; 3. -3; 3. -4.	ПК-6.3.1
2.	2.Какой сигнал является дискретным (два ответа): 1) - сигнал - бесконечный во времени и по амплитуде; 2) - сигнал - бесконечный во времени и конечный по амплитуде; 3) - сигнал – бесконечный по амплитуде и конечный о времени; 4) - сигнал с эффективной полосой частот 3100 Гц. 1. -1,2; 2. -2,3; 3. -3,4; 3. -2,4.	
3.	3. Установите соответствие между номерами рисунков и типом сигнала а:  А. Аналоговый сигнал Б. Цифровой сигнал В. Дискретный по уровню(квантованный) сигнал Г. Дискретный по времени сигнал 1) 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г; 2) 1-Г, 2-А, 3-Б, 4-В; 3) 1-А, 2-Г, 3-Б, 4В; 4) 1-А, 2-В, 3-Б, 4-Г	
4.	4. Укажите последовательность передачи сигнала в системе передачи: 1.Модуляция; 2.Демодуляция; 3.Усиление; 4.Аналого-цифровое преобразование. Инструкция: ответ 4-1-3, что соответствует принципам построения систем связи. 1) 4-1-3; 2) 4- 3-1; 3) 3-2-4; 4)1-2-4.	
5.	5. Что позволяет метод функционального анализа сигналов. Поясните ответ.	

	<p>1) – получить модель любого сложного сигнала на основе базисных (простых) функций;  2) – получить описание простых сигналы из сложных путем анализа;  3) – оценить передаточную характеристику любого четырехполюсника:  4) – привести анализ характеристик любого четырёхполюсника на основе простых входных сигналов.</p> <p>1. -1;      2. -2;      3. -3;      3. -4.</p>	
6	<p>1 Укажите математическую модель сигнала с квадратурной фазовой модуляцией (КАМ)</p> <p>1. <math>S_i(t) = U_m \cos(\omega_0 t + i \frac{2\pi}{M})</math>,    2. <math>S(t) = U_m \cos[\omega_0 t + 2\pi/(4T_c)]</math>,    3. <math>S(t) = x(t) \cdot \cos(\omega_0 t) - y(t) \cdot \sin(\omega_0 t)</math>.    4. <math>U(t) = U_m x_i(t) \cos(2\pi f_0 t)</math></p> <p>1. -1;      2. -2;      3. -3;      3. -4.</p>	ПК-6.У.1
7.	<p>2. Какие <u>свойства не верны</u> для функции корреляции эргодического случайного процесса (ЭСП) (два ответа):</p> <p>1) – автокорреляционную функцию (АКФ) ЭСП симметрична и является четной: <math>R(\tau) = R(-\tau)</math>;  2) – при <math>\tau=0</math> АКФ ЭСП и его дисперсии <math>B(\tau) = B(0) = D\{X_1\}</math> и совпадает со средней мощностью;  3) – корреляционная функция по реализациям и времени удовлетворяют условию: <math>R_x(t) \neq R_t(t)</math>;  4) – эргодический процесс не стационар.</p> <p>1) -1,2;      2.) -3,4;      3) -2,3;      3) -1,4.</p>	
8.	<p>3. Установите соответствие номеру точки частотного детектора на рис. 1, номеру сигнала, изображенному на рис.2:</p>  <p>1) 1-1, 1-2, 1-3, 1-4;    2) 1-4, 2-2, 3-3, 4-1;    3) 1-1, 2-2, 3-4, 4-3    4) 1-2, 2-1, 2-2, 4-4.</p>	
9.	<p>4. Укажите последовательность операций детектирования сигналов с амплитудной модуляцией:</p> <p>1. Умножение;    2. Суммирование;    3. Фильтрация</p> <p>1) 1-2,    2) 1-3    3) 2-3    4) 3-2</p>	
10.	<p>5. Основное свойство качества принимаемых сигналов является помехоустойчивость (ПМУ) оцените его показатели для цифровых систем передачи:</p> <p>1 - отношение средних мощностей сигнала к суммарной помехи на входе приемника (<math>h^2 = P_c/P_n</math>);  2 - вероятность ошибки бит на выходе приемника (<math>p_{ош} = \lim(N_{ош}/N) = f(h^2)</math>) при стремлении <math>N</math> (кол. переданных бит) к бесконечности.  3. – процент времени, в течении которого выполняются требования к качеству связи в условиях воздействия помех :</p> <p>1) - 1;    2) – 2;    3) -3;    4) 1,2.</p>	
11	<p>1. На каком рисунке изображен модулятор сигнала с квадратурно-амплитудной модуляцией (КАМ)</p>  <p>1) - 1;    2) – 2;    3) – 3;    4) – 4.</p>	ПК-6.В.1
12.	<p>2. По векторным диаграммам сигналов с различной цифровой модуляцией (АМ, ЧМ, ФМ) укажите сигналы с одинаковой помехоустойчивостью (два ответа)</p>  <p>1) -1,2;    2.) -3,4;    3) -2,3;    3) -1,4.</p>	

13.	<p>3. Установите соответствие видам цифровой модуляции сигналов их изображениям, приведенных на рисунках</p>  <p>Рис 1 Рис.2 Рис.3 Рис 4.</p> <p>А. - Сигнал с амплитудно-фазовой модуляцией (АФМ) Б. - Сигнал с амплитудной модуляцией (АМ) В.- Сигнал с частотной модуляцией (ЧМ) Г - Сигнал с фазовой модуляцией (ФМ)</p> <p>1) 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г; 2) 1-Б, 2-В, 3-Г, 4-А; 3) 1-В, 2-А, 3-Б, 4-Г; 3) 1-Г, 2-А, 3-Б, 4-В.</p>
14.	<p>4. Укажите последовательность формирования сигнала в СПИ с СРК-ЧМ</p>  <p>Рис. 1 Рис. 2 Рис. 3</p> <p>1. Преобразование спектра; 2. Коммутация; 3. Селекция помех; 4. Синхронизация; 5. Суммирование; 6. Умножение.</p> <p>1) 1-3-5 2) 2-4-5; 3) 6-4-5; 4) 1-3-5.</p>
15.	<p>5. В чем заключается согласованная (оптимальная) фильтрация сигналов. Области применения согласованных фильтров.</p> <p>1) в оптимальной обработке принимаемых сигналов заданной формы (рисунок) на основе реализации фильтра (устройства обработки) с аналогичной (согласованной) передаточной характеристикой <i>зеркального типа</i>;</p> <p>2) в оптимальной обработке принимаемых сигналов заданной формы (рисунок) на основе реализации фильтра (устройства обработки) с аналогичной (согласованной) передаточной характеристикой, <i>совпадающей с сигналом</i>;</p> <p>3) в оптимальной обработке принимаемых сигналов заданной формы (рисунок) на основе реализации фильтра (устройства обработки) с аналогичной (согласованной) передаточной характеристикой гауссовского типа.</p>  <p>1)- 1; 2) – 2; 3) - 3.</p>

Примечание: Система оценивания тестовых заданий:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

Инструкция: прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.

3 тип) Задание закрытого типа на *установление* соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.

4 тип) Задание закрытого типа на *установление* последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

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

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: тема лекции; вопросы лекции и распределение времени по вопросам; цели лекции (учебные и воспитательные); литература; материальное обеспечение лекции; учебно-методические указания по проведению лекции; текст лекции: введение; основная часть; заключение; задание на самостоятельную работу.

Тексты лекций и методические указания к ним по освоению лекционного материала имеются в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и личном кабинете дисциплины.

#### 11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

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

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

Планируемые результаты при освоении 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.

#### Требования к проведению практических занятий

Практические занятия являются основными для закрепления теоретических знаний. Оно формирует культуру умственного труда и самостоятельность в приобретении новых знаний, навыков, умений студента. Наибольший эффект эти занятия приносят тогда, когда проводятся взаимосвязи учебного материала лекций лабораторных работ и практических занятий в одной тематике, т.е. теории практики и эксперимента, что и сделано в дисциплине. Необходимыми структурными элементами практического занятия, кроме самостоятельной деятельности студентов, является анализ и оценка выполненных работ и степени овладения запланированными умениями.

#### Права, ответственность и обязанности студента:

1. На практическом занятии, которое взаимосвязано с лабораторной работой, студент уясняет задачу. При этом он имеет право задавать преподавателю вопросы по содержанию и методике выполнения задания и требовать ответа по существу обращения. Ответ преподавателя должен быть достаточным для понимания студентом задания и обеспечения его работы на занятии в полном объеме и с надлежащим качеством.

2. Студент должен выполнять поставленную задачу максимально самостоятельно с привлечением рекомендованной литературы. При этом он имеет право менять выполняемое задание самостоятельно по оригинальной методике с согласия преподавателя.

3. Защита результатов расчета осуществляется в запланированной аудитории. В процессе ответа (защиты) по результатам работы студент должен: продемонстрировать знание методики выполнения практической работы и используемого лабораторного оборудования; уметь сделать выводы из полученных в процессе выполнения работы результатов.

#### Структура и форма отчета студента

Письменный отчет о практической работе составляется каждым студентом индивидуально. Оформление отчета о работе размещать в разделе практика - бланка для лабораторных работ: тема, цель работы; постановка задачи и исходные данные, порядок (мето-

дика) выполнения работы; результаты проведенных расчетов; обработка, анализ результатов и выводов по работе.

Требования к оформлению отчета о практической работе

Графический материал – схемы, графики, таблица, как и текстовый материал отчета, может выполняться: традиционным способом – с помощью шариковой ручки, карандашей и т.д.; автоматизированным способом – с применением графических и печатающих устройств вывода ЭВМ.

Условные обозначения элементов, узлов на схемах должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов.

Отчет о работе должен быть предоставлен в установленные сроки, установленные преподавателем. На защиту отчета преподаватель отводит необходимую часть времени из проводимых занятий.

По результатам собеседования (защиты отчета), качеству отчета, пониманию студентом цели и сути проделанной работы преподаватель оценивает работу студента, пользуясь балльной системой оценки, принятой в ГУАП.

Методические указания по прохождению практических занятий имеются в электронном виде в личном кабинете локальной компьютерной сети.

Задание к практическому занятию и методические указания к ним имеются в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и личном кабинете дисциплины.

### 11.3. 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

Для проведения лабораторной работы разрабатываются:

1. Методические указания для проведения лабораторной работы, которые являются основным методическим документом преподавателя. Они состоят, как правило, из семи разделов, которые определяют: учебные и воспитательные цели занятия; содержание и последовательность отработки учебных вопросов и распределение времени; учебно-материальное обеспечение лабораторной работы; методические рекомендации преподавателю по подготовке и проведению лабораторной работы: литература и другие учебно-методические материалы, рекомендуемые преподавателю для подготовки и проведения лабораторной работы; приложения к методической разработке, необходимые для проведения лабораторной работы.

2. Задание на лабораторную работу является основным документом обучающегося при подготовке и проведении исследований и связано с соответствующим практическим занятием. Оно состоит, как правило, из четырех разделов: учебные вопросы, подлежащие исследованию при выполнении лабораторной работы; задание обучающимся по подготовке и выполнению лабораторной работы (вопросы теоретического материала, связанного с выполнением данной лабораторной работы; задание, содержание и порядком выполнения



работы); изучение мер по технике безопасности при выполнении лабораторной работы; вычерчивание необходимых схем, таблиц и выписку расчетных формул; перечень литературы и учебно-методических материалов, необходимых для самостоятельной работы; сроки, форма отчета по выполненной лабораторной работе и порядок его защиты.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Описание лабораторной работы является основным регламентирующим документом для обучаемых в проведении исследований. Оно включает в себя четыре раздела: учебные вопросы исследования; описание и схема экспериментов, порядок замеров и обработки полученных результатов измерений; определяется содержание отчета по лабораторной работе; меры по технике безопасности при подготовке и выполнении лабораторной работы.

Результаты исследования оформляются отчетом. Отчет должен содержать: титульный лист (тема, вариант, дата, группа, фамилия инициалы); цели, учебные вопросы, схему лабораторной установки и задание на исследования в соответствии с вариантом; результаты исследования, оформленные пунктуально графиками или таблицами; расчетно-аналитическую часть; выводы по результатам исследования.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет о выполненной работе должен быть подготовлен индивидуально и оформлен на стандартных листах в соответствии с требованиями ГОСТа. Выводы конкретные по каждому пункту исследования. Зачет по работе студент получает после представления отчета на бумажном носителе и успешного ответа на вопросы преподавателя, задаваемые по тематике защищаемой лабораторной работы.

Задание на лабораторную работу и методические указания к ее выполнению имеются в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и личном кабинете дисциплины.

#### 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.

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).

Литература для самостоятельной работы студента указана в таблице 8 и 9, настоящего документа, а также в электронном виде в личном кабинете преподавателя (студента) локальной компьютерной сети по данной дисциплине. Преподаватель в конце занятий указывает источники и страницы по теме изложенного материала для самостоятельной работы студентов.

#### 11.5. 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 необходимо проводить после изучения каждой темы в форме тестов. В тесте должно быть не менее десяти вопросов, охватывающих всю тему. Тест проводить на лекционном занятии в течении 5 минут. Также, текущий контроль необходимо проводить перед каждой лабораторной работой в форме тестов по вопросам, связанным с тематикой лабораторной работы. Кроме того, студент должен отчитаться по результатам выполнения задания по каждой теме практического занятия и лабораторной работы.

11.6. 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».

Промежуточная аттестация проводится в день указанном в расписании занятий ГУАП на семестр. В зависимости от уровня подготовки группы преподаватель может проводить экзамен в форме накопления по результатам оценки знаний студентов по каждой теме дисциплины, в форме общего теста в день экзамена, вопросы которого охватывают все темы дисциплины или по классической форме с использованием экзаменационных билетов. Форма проведения промежуточной аттестации объявляется преподавателем в первый месяц семестра. Оценка в первом случае выставляется как среднеарифметическая оценка, во втором случае по результатам теста и в третьем – по результатам знаний при ответе на вопросы билета. При выставлении оценки преподаватель может учитывать своевременность и качество защиты лабораторных работ и выполнения заданий по практическим занятиям. Студент не допускается к экзамену если на начало сессии у него имеется хотя бы одна задолженность по лабораторным работам.

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