

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

ДОН, К.Т.Н.

(должность, уч. степень, звание)

Е.В. Силяков

(инициалы, фамилия)

«10» 02 2026 г

(подпись)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

- «Физические основы когерентной обработки сигналов»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.05.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиоэлектронные системы и комплексы
Наименование направленности/ специализации	Радиоэлектронные системы передачи информации
Форма обучения	очная
Год приема	2026

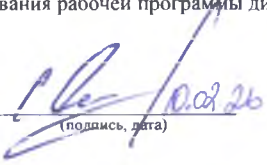
Санкт-Петербург– 20 26

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Профессор, д.т.н.

(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

С.А. Якушенко

(инициалы, фамилия)

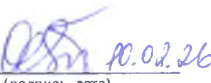
Программа одобрена на заседании кафедры № 24

« 10 » февраля 2026 г, протокол № 2/26

Заведующий кафедрой № 24

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)


(подпись, дата)

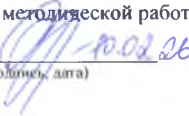
О.В. Тихоненкова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)


(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Физические основы когерентной обработки сигналов» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» направленности/специализации «Радиоэлектронные системы передачи информации». Дисциплина реализуется кафедрой «№24».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ»

ПК-7 «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 когерентной обработкой сигналов в приемных устройствах с использованием критериев оптимального принятия решения.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета (8 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.5. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является изучение основ теории когерентной обработки сигналов, принципов построения устройств осуществляющих когерентную обработку сигналов и их специфику в радиоэлектронных системах передачи информации (РСПИ).

1.5. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее - ОП ВО).

1.5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	ПК-3.3.1 знать принципы проектирования конструкций радиоэлектронных средств
Профессиональные компетенции	ПК-7 Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	ПК-7.3.1 знать методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах ПК-7.У.1 уметь пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «физика»;
- «математика».
- «теория вероятностей и математическая статистика»;
- «электротехника».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении следующих дисциплин:

- «радиосистемы и комплексы управления»;
- «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 таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№8
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, 3Е/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час. в т.ч.	51	51
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Дифф. зач.,	Дифф. зач.,

4. Содержание дисциплины

4.5. 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 8					
Раздел 1. Теоретические основы обработки сигналов в радиоэлектронных системах передачи информации.					
Тема 1. Основы когерентной обработки сигналов в приеме-передающих устройствах.	2				2
Тема 2 Показатели качества когерентной обработки сигналов, критерии их оценки и требования к ним	2		2		4
Тема 3. Особенности некогерентной обработки сигналов в радиоэлектронных системах передачи информации.	2				2
Раздел 2. Устройства обработки сигналов в радиоэлектронных системах передачи информации					
Тема 4. Устройства когерентной обработкой сигналов в приеме-передающих устройствах	2		2		12
Тема 5. Устройства не когерентной обработкой сигналов в системах передачи информации.	2		4		8
Тема 6. Потенциальная помехоустойчивость сигналов при когерентном и некогерентном приеме сигналов с различными видами модуляции	2		4		8
Раздел 3. Применение когерентной и некогерентной обработки сигналов в многоканальных радиотехнических системах с ортогональными каналами					
Тема 7. Когерентная обработка сигналов в многоканальных системах передачи информации с ортогональными по частоте каналами	2		8		10
Тема 8. Когерентная обработка сигналов в многоканальных системах передачи информации с ортогональными по времени каналами	2		8		6

Тема 9. Когерентная обработка сигналов в многоканальных системах передачи информации с ортогональными по коду каналами	1		8		5
Итого в семестре:	17		34		57
Итого	17		34		57

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

4.5. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

№ разд.	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Теоретические основы обработки сигналов в радиоэлектронных системах передачи информации (РСПИ). Тема 1. Основы когерентной обработки (КГО) сигналов в приемо-передающих устройствах (ППУ). Общие принципы и проблемы когерентной обработки сигналов в РСПИ Физические методы когерентной и квазикогерентной обработки радиотехнических сигналов. Тема 2 Показатели качества когерентной обработки сигналов, критерии их оценки и требования к ним Показатели и характеристики качества когерентной обработки сигналов. Требования к показателям качества когерентной обработки сигналов. Потенциальная помехоустойчивость при когерентной обработке сигналов. Критерии принятия решения при статистической когерентной обработке радиосигналов на фоне аддитивного белого гауссовского шума (АБГШ). Критерии принятия решения при статистической обработке радиосигналов в условиях воздействия помех. Тема 3. Особенности некогерентной обработки сигналов в радиоэлектронных системах передачи информации. Физические методы некогерентной обработки радиотехнических сигналов. Потенциальная ПМУ при некогерентной обработке сигналов. Критерии принятия решения при статистической некогерентной обработке радиосигналов в условиях воздействия АБГШ и помех.
2	Устройства обработки сигналов в РСПИ. Тема 4. Устройства когерентной обработкой сигналов в ППУ. Принципы построения устройств КГО многочастотных сигналов. Принципы построения устройств КГО последовательности импульсных сигналов. Принципы построения устройств КГО цифровых сигналов. Способы фазовой синхронизации когерентных сигналов. Методы синтеза оптимальных устройств когерентной обработки сигналов. Схемы с устройств принятия решения при различных критериях (способах) приема сигналов. Синхронный дискриминатор, устройство фазовой автоподстройки частоты, следящий коррелятор, когерентный многоканальный накопитель. Тема 5. Устройства не когерентной обработкой сигналов в системах передачи информации Особенности построения устройств не КГО сигналов. Схемы устройств принятия решения при различных способах приема сигналов.

	Амплитудный детектор (детектор огибающей), коррелятор, согласованный фильтр, следящий фильтр. Перспективы развития средств и методов когерентной обработки сигналов в радиоэлектронных системах передачи информации. Тема 6. Потенциальная помехоустойчивость сигналов при когерентном и некогерентном приеме сигналов с различными видами модуляции
3	Применение когерентной и некогерентной обработки сигналов в многоканальных радиотехнических системах с ортогональными каналами Тема 7. Когерентная обработка сигналов в многоканальных системах передачи информации с ортогональными по частоте каналами Тема 8. Когерентная обработка сигналов в многоканальных системах передачи информации с ортогональными по времени каналами Тема 9. Когерентная обработка сигналов в многоканальных системах передачи информации с ортогональными по коду каналами

4.5. 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					

4.5. 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 практич. подготовки, (час)	№ разд.
Семестр 8				
1	Исследование когерентной обработки многопозиционного сигнала с частотной манипуляцией	2	2	1
2	Исследование когерентной обработки многопозиционного сигнала с фазовой манипуляцией	4	4	2
3	Исследование фазовой автоподстройки частоты в квазикогерентных системах приема информации.	4	4	2
4	Исследование когерентной обработки сигналов в многоканальных системах с ортогональными по частоте каналами	4	4	3
5	Исследование предвыскажений сигналов при некогерентном приеме	4	4	3
6	Исследование когерентной обработки сигналов в многоканальных системах с ортогональными по времени каналами.	4	4	3

7	Исследование когерентной обработки сигналов в устройствах синхронизации многоканальных систем	4	4	3
8	Исследование качества преобразования аналогового сигнала в цифровой без сжатия	4	4	3
9	Исследование качества преобразования аналогового сигнала в цифровой со сжатием	4	4	3
Всего		34		

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.5. 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 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	16	
Курсовое проектирование (КП, КР)	-	
Расчетно-графические задания (РГЗ)	20	
Выполнение реферата (Р)	-	
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	13	
Домашнее задание (ДЗ)	-	
Контрольные работы заочников (КРЗ)	-	
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	8	
Всего:	57	57

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)
621.396- Р 15	Радиотехнические системы: учебник/ Ю. М. Казаринов [и др.] ; ред. Ю. М. Казаринов. - М.: Академия, 2008. - 589 с.	110
621.396.96 (075)-С66	Ю.Г. Сосулин Теоретические основы радиолокации и радионавигации. – М.: Радио и связь, 1992. – 304 с.	55
[621.396.962 3-29	Якушенко С.А. Задачник по курсу «Физические основы когерентной обработки сигналов». Уч. пособие – СПб: ГУАП, 2019. – 78 с. [Электронный ресурс]	

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

8. Перечень информационных технологий

8.5. 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

8.5. 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 таблице12.

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 «MathCad»	14-33

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты; Задачи.

10.5. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

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

10.5. Типовые контрольные задания или иные материалы.
Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

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

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

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.	Обработка сигналов в радиотехнических системах передачи информации (РСПИ). Когерентная (КГ) обработки сигнала в РСПИ. Некогерентная (НКГ) обработка сигналов в РСПИ. Квазикогерентная обработка сигналов в РСПИ. Показатели и характеристики качества когерентной обработки сигналов. Показатели и характеристики качества некогерентной обработки сигналов. Потенциальная помехоустойчивость сигналов при их когерентной обработке. Отношение правдоподобия. Критерии оптимальной обработки сигналов. Правила принятия решения. Критерий идеального наблюдателя (Котельникова). Правила принятия решения. Критерий средней СКО (Байеса). Решающая функция Правила принятия решения. Критерий риска (Неймана-Пирсона). Правила принятия решения. Критерий минимакса (Вольде).	ПК-3.3.1
13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25.	Показатели качества многоканальных РСПИ при когерентной обработке сигналов. Цифровая когерентная обработка многоимпульсных сигналов. Частотная, импульсная и передаточная характеристика фильтра слежения. Следящие измерители параметров. Корреляционный обнаружитель для сигнала с известными параметрами. Корреляционный обнаружитель для сигналов со случайными параметрами. Корреляционный обнаружитель с двумя квадратурными каналами. Многоканальная корреляционная схема. Импульсная характеристика оптимального фильтра. Одноканальный фильтровой обнаружитель для когерентных сигналов. Частотная характеристика и форма импульса на выходе оптимального фильтра Широкополосные радиоимпульсы. Эффект сжатия. Корреляционно-фильтровая обработка когерентных сигналов.	ПК-7.3.1
26. 27. 28. 29. 30.	Схемы корреляционно-фильтровой обработки когерентных сигналов. Понятие оценки параметра. Дисперсия ошибки. Измерение времени запаздывания КГ сигнала со случайной начальной фазой. Измерение частоты когерентного сигнала. Ошибки кантования, квантовые шумы и их влияние на качество.	ПК-7.У.1

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

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

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

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	1. В чем заключается суть статистической задачи когерентного приема сигнала: 1 - на основе априорных сведений о статистике сигналов по результатам оценки входного сигнала принимается наилучшее решение – какой сигнал передается; 2 – на основе апостериорных сведений о сигналах и помехах по результатам приема принимается наилучшее решение- какой сигнал передается; 3 – по результатам оценки входных колебаний сигнала принимается наилучшее решение о том, какой сигнал передается; 4 – по результатам оценки входных сигнала принимается наилучшее решение о том, какой сигнал передается. 1) - 1; 2) - 2; 3) - 3; 4) - 4.	ПК-3.3.1 3
2.	2. Какие элементы используются для приема сигналов и принятия оптимального решение о том какой сигнал был передан (два ответа) 1 - модулятор; 2 – кодер; 3- линейная часть приемника; 4 - демодулятор 1) - 1,2; 2) 1,3; 3) - 1,4; 4) – 3,4.	
3.	3. Установление соответствия математических моделей передаточных характеристик устройств оптимальной обработки сигналов с их названиями: 1. $y_{\text{вых}} = \int_0^T S_k(t-\tau)h(\tau)dt$; А. Комплексная ПФ СФ; 2. $y_{\text{вых}} = \sum_{k=0}^n h(k)S_k(n-k)$; Б.ПХ цифрового СФ; 3. $h(t) = aS_i(t_0 - t)$; В.ИХ СФ; 4. $K(j\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} h(t)e^{-j\omega t}dt = aS^*(j\omega)e^{-j\omega t_0}$. Г. ПХ аналогового СФ. 1) 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г; 2) 1-Г; 2-Б;3-В; 4-А; 3) 1-Б, 2-В, 3-Г, 4-А; 4) 1-Г, 2-В, 3-Б, 4-А.	
4.	4. Укажите следующую последовательность законов распределения случайной величины сигнала: Гаусса – Релея – Райса – экспоненциальный: 1. $p(x) = 0,5 \exp(-x^2/\alpha)$; 2 $p(x) = \frac{1}{\sigma^2 \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right)$; 3 $p(x) = \frac{x}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right)$; 4 $p(x) = \frac{x}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2+m^2}{2\sigma^2}\right) J\left(\frac{xm}{\sigma^2}\right)$. 1) 1-2-3-4; 2) 1-3-2-4; 3) 2-1-4-2; 4) 2-3-4-1	
5.	5. Области применения когерентной обработки сигналов. Обоснуйте ответ: 1 - радиолокация: компенсатор пассивных помех (КПП); селектор движущих целей (СДЦ); (адаптивная) ФАР, автозахват, автосопровождение и т.п. 2 - радионавигация: прием радионавигационных сигналов, поиск (автозахват) и автосопровождение в условиях Доплера, синхронизация, ФАР и т.п. 3 - радиосвязь: прием и демодуляция сигналов с ФМ, (адаптивная) ФАР, синхронизация и т.п. 1, 2; 2) 1,3; 3) 2,3; 4) 1,2,3.	ПК-7.3.1
6.	1. Какую помехоустойчивость реализует оптимальный приемник 1) – потенциальную 2) – Отличную 3) – допустимую 4)– требуемую 1) - 1; 2) - 2; 3) - 3; 4) - 4.	
7.	2. Дайте правильное определение критерия (два ответа): 1 - это правило приема сигнала 2 - это суждение по которому формируется сигнал на передаче; 3 - это правило, по которому из множества альтернатив выбирается наилучшая;	

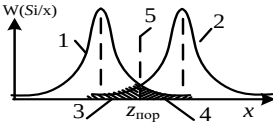
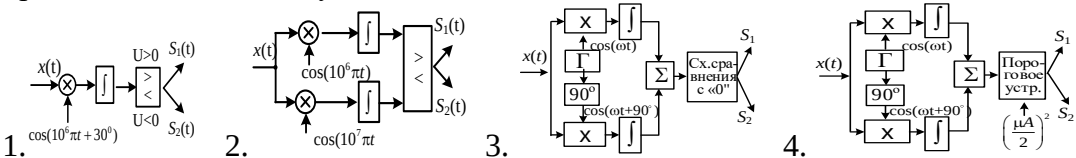
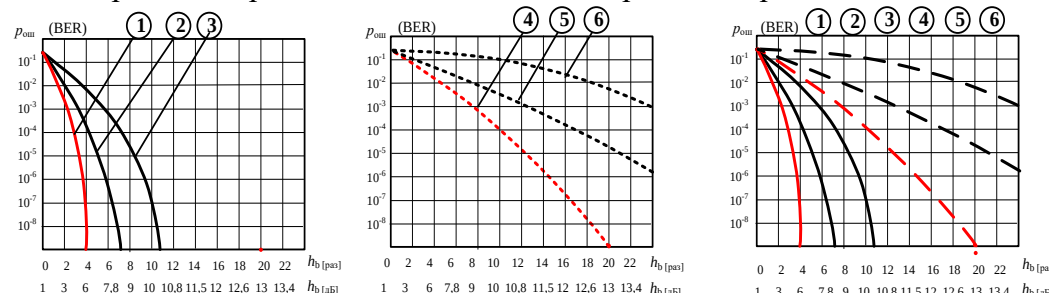
	4 - это правило (суждение) при решении задачи связи 1) - 1,2; 2) 1,3; 3) - 1,4; 4) - 3,4.	
8.	3. Укажите соответствие между правилами (критериями) когерентного приема сигналов и вида модуляции с математическими моделями: 1. КИН с ФМ. А. $\int_0^T x(t) \cos(10^6 \pi t + 30^\circ) dt \geq \frac{S_1}{S_2} \geq 0$; 2. МАВ с ФМ; Б. $S_1(t)$, если $\int_0^T x(t) \cos(10^6 \pi t) dt > \int_0^T x(t) \cos(10^7 \pi t) dt$, иначе $S_2(t)$; 3. МАВ с АМ; В. $\int_0^T x(t) (\cos(\pi t) dt) + \int_0^T x(t) \sin(\omega t) dt \geq 0 \rightarrow \frac{S_1}{S_2}$; 4. МАВ с ЧМ Г. $s_1(t)$, если $\int_0^T x(t) \cos(10^6 \pi t + 30^\circ) dt \geq \frac{(\mu A)^2}{4}$, иначе $S_2(t)$. 1) 1-А, 2-Б, 3-В, 3-Г; 2) 1-Г; 2-В; 3-А; 4-Б, 3) 1-Б, 2-В, 3-К, 4-А 4) 1-Г, 2-Б, 3-В, 4-А	
9.	4. Укажите следующую последовательность математических моделей оценки ПМУ (качества) сигналов: с АМ – с ЧМ – ФМ, при когерентном приеме: 1. $p_{\text{ош}} = 0,5 \left[1 - F \left(h_1^2 / \sqrt{2} \right) \right]$; 2. $p_{\text{ош}} = 0,5 \left[1 - F \left(h_1^2 \sqrt{2} \right) \right]$; 3. $p_{\text{ош}} = 0,5 \left[1 - F \left(h_1^2 \right) \right]$ 1) 1-3-2; 2) 1-2-3; 3) 2-1-3; 4) 3-2-1.	
10.	5. В чем состоит смысл статистической задачи приема радиосигналов, которую решает демодулятор (решающая схема) приемника. Поясните ответ: 1) на основе <i>априорных сведений</i> о статистике сигнала b_i, помехи $n(t)$ и анализа входного сигнала. радиосигнала $u(t)$ (апостериорные сведения) демодулятор приемника (решающая схема) <u>выносятся</u> решение $S_i(t)$ <i>наилучшим образом</i> (оптимально) о том, какой сигнал передается. 2) на основе <i>апостериорных</i> сведений о статистике сигнала b_i, помехи $n(t)$ и анализа входного сигнала. радиосигнала $u(t)$ (апостериорные сведения) демодулятор приемника (решающая схема) <u>выносятся</u> решение $S_i(t)$ <i>наилучшим образом</i> (оптимально) о том, какой сигнал передается. 4) на основе <i>доопытных</i> сведений о статистике сигнала b_i, помехи $n(t)$ и анализа входного сигнала. радиосигнала $u(t)$ (после опытных сведений) демодулятор приемника (решающая схема) <u>выносятся</u> решение $S_i(t)$ <i>наилучшим образом</i> (оптимально) о том, какой сигнал передается. 1) 1,2; 2) 2-3; 3) 1,3; 4) 1,2,3.	
11.	1. Определите математическую модель критерия Неймана-Пирсона (КНП): 1) - $\frac{p(S_1/x)}{p(S_2/x)} > \frac{p(S_2)}{p(S_1)}$; 2) - $\frac{p(S_1/x)}{p(S_2/x)} > 1$; 3) - $\min_j R = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m L_{ij} p(S_i) p(S_j/S_i)$; 4) - $\max_j p_{\text{ош}}$ при $p_{\text{пр}} = \text{const}$. 1) - 1; 2) - 2; 3) - 3; 4) - 4.	ПК-7.У.1
12.	2. Укажите на рисунке вероятность достоверного приема сигнала в симметричном канале (два ответа):  (два ответа): 1) - 1,2; 2) 1,3; 3) - 1,4; 4) - 3,4.	
13.	3. Укажите соответствие между схемой (рис.1-4) с критериями когерентного приема сигналов и модуляцией и их математической моделью:  1. 2. 3. 4.	

Схема КГП АМ рис.1 А. $s_1(t)$, если $\int_0^T x(t) \cos(10^6 \pi t + 30^\circ) dt \geq \frac{(\mu A)^2}{4}$, иначе $S_2(t)$. Схема КГП ЧМ рис.2 Б. $\int_0^T x(t) \cos(10^6 \pi t + 30^\circ) dt \begin{matrix} \geq \\ < \end{matrix} \frac{S_1}{S_2} 0$; Схема КГП ФМ рис.3 В. $S_1(t)$, если $\int_0^T x(t) \cos(10^6 \pi t) dt > \int_0^T x(t) \cos(10^7 \pi t) dt$, иначе $S_2(t)$; Схема КГП ФМ рис.4 Г. $\int_0^T x(t) (\cos(\omega t) dt) + \int_0^T x(t) \sin(\omega t) dt \begin{matrix} \geq 0 \\ < 0 \end{matrix} \begin{matrix} \rightarrow S_1 \\ \rightarrow S_2 \end{matrix}$; 1) 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г; 2) 1-Г, 2-А, 3-Б, 4-В; 3) 1-Б, 2-В, 3-Г, 4-А..	
14.4. Укажите следующую последовательность зависимостей графиков ПМУ, обозначенных цифрами на рис.1, 2 и 3: когерентный прием АМ-ЧМ-ФМ- и некогерентный прием -АМ-ЧМ-ФМ.  1) 1-2-3-4-5-6; 2) 6-5-4-3-2-1; 3) 1-4-2-5-3-7; 4) 6-3, 5-2, 4-1.	
15.5. В чем заключается согласованная (оптимальная) фильтрация сигналов. Области применения согласованных фильтров. 1) в оптимальной обработке принимаемых сигналов заданной формы на основе реализации фильтра (устройства обработки) с аналогичной (согласованной) передаточной характеристикой <i>зеркального типа</i>; 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>; 3) в оптимальной обработке принимаемых сигналов заданной формы (рисунок) на основе реализации фильтра (устройства обработки) с аналогичной (согласованной) передаточной характеристикой <i>гауссовского типа</i>. 1)- 1; 2) – 2; 3) - 3.	

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.

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

10.5. 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 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 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.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

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.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости 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 5-7 минут. Кроме того, студент оценивается по результатам выполнения практического задания по каждой теме занятия.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя: дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация проводится в день указанном в расписании занятий ГУАП на семестр. В зависимости от уровня подготовки группы преподаватель может проводить дифференцированный зачет в форме накопления по результатам оценки знаний студентов по каждой теме дисциплины или в форме общего теста в день запланированного зачета, вопросы которого охватывают все темы дисциплины. Форма проведения промежуточной аттестации объявляется преподавателем в первый месяц семестра. Оценка знаний студента в первом случае выставляется как среднеарифметическая, а во втором случае по результатам теста. При выставлении оценки преподаватель может учитывать своевременность и качество выполнения заданий по практическим занятиям. Студент не допускается к дифференцированному зачету, если ко дню зачета у него имеется хотя бы одна задолженность по практическим занятиям.

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