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

Кафедра № 21

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

проф.,д.т.н.,проф.
(должность, уч. степень, звание)

И.А. Вельмисов
(инициалы, фамилия)

(подпись)

«22» 10 2026г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Принципы радиоэлектронного противодействия»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	25.05.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования
Наименование направленности/ специализации	Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования аэропортов и воздушных трасс
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н. | | Г. М. Ревунов
(должность, уч. степень, звание) | (подпись, дата) | (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 21

«22» 10 2026г, протокол № 2

Заведующий кафедрой № 21

д.т.н.,проф. | | А.Ф. Крячко
(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)

Аннотация

Дисциплина «Принципы радиоэлектронного противодействия» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» направленности/специализации «Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования аэропортов и воздушных трасс». Дисциплина реализуется кафедрой «№21».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен планировать, проводить мероприятия и контролировать соблюдение эксплуатационной документации по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем аэропортов и воздушных трасс при непосредственной их эксплуатации, хранении и транспортировании»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с выявлением, подавлением и дезорганизацией электронной аппаратуры и систем противника, а также защитой собственной электроники и каналов связи.

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

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

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

Язык обучения по дисциплине «русский »

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Основной целью программы является подготовка высококвалифицированных специалистов, способных оперативно реагировать на угрозы и эффективно применять знания, полученные в ходе изучения дисциплины «Принципы радиоэлектронного противодействия». Это комплекс мероприятий, направленный на выявление, подавление и дезорганизацию электронной аппаратуры и систем противника, а также на защиту собственной электроники и каналов связи.

Основные задачи программы:

- Формирование базовых знаний и навыков;

- Освоение специализированной техники и средств радиоэлектронного противодействия;

- Разработка стратегии и тактики радиоэлектронного противодействия.

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

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

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

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен планировать, проводить мероприятия и контролировать соблюдение эксплуатационной документации по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем аэропортов и воздушных трасс при непосредственной их эксплуатации, хранении и транспортировании	ПК-1.З.1 знать руководящие документы, регламентирующие поддержание тактико-технических характеристик на заданном уровне, виды и содержание эксплуатационных документов, общие технические требования, сведения о конструкции, принципе действия, характеристиках радиоэлектронных систем аэропортов и воздушных трасс ПК-1.З.2 знать способы организации и методы планирования работ по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем аэропортов и воздушных трасс, порядок составления отчетной документации об их выполнении ПК-1.У.1 уметь планировать мероприятия по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем аэропортов и воздушных трасс при их непосредственной эксплуатации, хранении и транспортировании, а также проведение профилактических и ремонтных работ по обеспечению и восстановлению их работоспособного состояния ПК-1.В.1 владеть практическими навыками ведения отчетной документации по эксплуатации радиоэлектронного оборудования аэропортов и воздушных трасс

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

– «Безопасность полетов»;
– «Радиотехнические средства навигации и посадки»;
– «Радиотехнические средства наблюдения».

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

– «Организация воздушного движения»;
– «Автоматизированные средства управления воздушным движением».
–

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, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	21	21
***Вид промежуточной аттестации*:** зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз., Курс. Раб.	Экз., Курс. Раб.

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 8					
Раздел 1. Оценка электромагнитной обстановки в месте расположения РЭС	3				4
Раздел 2. Анализ воздействия мощных помех на входные каскады РЭС	3	3			4
Раздел 3. Исследование влияния структурных помех на помехоустойчивость систем с широкополосными шумоподобными сигналами при когерентном приеме	3	3			3
Раздел 4. Анализ влияния помех на цифровые устройства систем связи	3	3			3
Раздел 5. Статистико-детерминированный подход к оценке ЭМС	3	4			4
Раздел 6. Оценка ЭМС в условиях непреднамеренных помех	2	4			3

Выполнение курсовой работы				17	
Итого в семестре:	17	17		17	21
Итого	17	17	0	17	21

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

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел 1. Оценка электромагнитной обстановки в месте расположения РЭС Тема 1.1. Электромагнитные помехи Тема 1.2.Односигнальная избирательность супергетеродинного приемника Тема 1.3. Воздействие помех на каскады широкополосного тракта приемника
2	Раздел 2. Анализ воздействия мощных помех на входные каскады РЭС Тема 2.1. Явление блокирования Тема 2.2. Перекрестная модуляция Тема 2.3. Интермодуляция Тема 2.4. Требования к структуре и элементам главного приемного канала радиоприемника
3	Раздел 3. Исследование влияния структурных помех на помехоустойчивость систем с широкополосными шумоподобными сигналами при когерентном приеме Тема 3.1. Анализ структурных помех: классификация и модели Тема 3.2. Характеристика широкополосных шумоподобных сигналов (ШПС) Тема 3.3. Принципы когерентного приема ШПС Тема 3.4. Критерии оценки помехоустойчивости
4	Раздел 4. Анализ влияния помех на цифровые устройства систем связи Тема 4.1. Системы фазовой синхронизации Тема 4.2. Методика анализа статистических характеристик времени срыва слежения в СФС 2–го порядка для фиксированных поглощающих границ
5	Раздел 5. Статистико-детерминированный подход к оценке ЭМС Тема 5.1. Территориальная модель оценки электромагнитной обстановки Тема 5.2. Математическая модель восприимчивости РЭС, основанная на интерполяции характеристики восприимчивости
6	Раздел 6. Оценка ЭМС в условиях непреднамеренных помех

	Тема 6.1. Оценка эффективности подавления сигналов спутниковых радионавигационных систем преднамеренными помехами Тема 6.2. Моделирование каналов связи цифровых сигналов при воздействии структурных помех

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
Семестр 8					
1	Оценка нелинейных искажений и пороговых характеристик входных каскадов РЭС при воздействии электромагнитных помех высокой интенсивности	игровое проектирование	3		2
2	Анализ деградации помехоустойчивости когерентных приемников ШПС при воздействии импульсных и периодических структурных помех	занятия по моделированию реальных условий,	3		3
3	Оценка вероятности битовой ошибки и помехоустойчивости цифровых демодуляторов в условиях аддитивного гауссовского шума и импульсных помех	деловые игры	3		4
4	Синтез детерминированных и вероятностных методов при оценке внутрисистемной и межсистемной ЭМС радиоэлектронных средств	занятия по моделированию реальных условий	4		5
5	Анализ внутрисистемных и межсистемных непреднамеренных помех при	занятия по моделированию реальных условий	4		6

	совместной работе радиоэлектронных средств аэропортов и воздушных трасс				
Всего			17		

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Цель курсовой работы: Основной целью программы является подготовка высококвалифицированных специалистов, способных оперативно реагировать на угрозы и эффективно применять знания, полученные в ходе изучения дисциплины «Принципы радиоэлектронного противодействия». Это комплекс мероприятий, направленный на выявление, подавление и дезорганизацию электронной аппаратуры и систем противника, а также на защиту собственной электроники и каналов связи.

Часов практической подготовки: 17

Примерные темы заданий на курсовую работу приведены в разделе 10 РПД.

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 8, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	6	6
Курсовое проектирование (КП, КР)	5	5
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	21	21

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 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)
УДК 621.374 РУБ 621.374	Основы импульсной техники и радиолокации : учебник / Г. Б. Белоцерковский. - Л. : Судостроение, 1965. - 460 с.	4
УДК 621.396(075) РУБ 621.396	Радиоэлектронная борьба : радиомаскировка и помехозащита : учебное пособие / В. В. Цветнов, В. П. Демин, А. И. Куприянов. - М. : Изд-во МАИ, 1999. - 240 с. : рис. - Библиогр.: с. 236 - 237 (29 назв.). - ISBN 5-7035-2253-6	4
УДК 621.396(075) РУБ 621.396	Радиоэлектронная борьба : радиоразведка и радиопротиводействие : учебное пособие / В. В. Цветнов, В. П. Демин, А. И. Куприянов. - М. : Изд-во МАИ, 1998. - 248 с. : рис. - Библиогр.: с. 244 - 245 (30 назв.). - ISBN 5-7035-2186-6	3

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
https://biblio-online.ru	ЭБС Юрайт
http://znanium.com	ЭБС Знаниум
http://www.prospektnauki.ru	ЭБС Проспект науки
http://elib.rshu.ru	ЭБС ГидроМетеоОнлайн
https://нэб.рф	Национальная электронная библиотека

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 таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Лаборатория Образовательной фабрики ГУАП с АО «Концерн «Автоматика»	11-01в

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средствдля 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; Задачи; Тесты.
Выполнение курсовой работы	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсовой работы по дисциплине.

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«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;

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
	– 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**.

Примечание: **по решению кафедры процент правильно выполненных тестовых заданий может быть изменен.

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 электромагнитных помех по происхождению, характеру спектра и длительности действия. Приведите примеры для каждой категории. Что такое односигнальная избирательность супергетеродинного приемника? Как она зависит от полосы пропускания преселектора и промежуточной частоты? Объясните механизм воздействия мощной помехи на каскады широкополосного тракта приемника. Какие каскады наиболее уязвимы? Перечислите и охарактеризуйте основные нелинейные эффекты в приемном тракте: блокирование, перекрестная модуляция, интермодуляция. В чем различие между явлениями блокирования и перекрестной модуляции? При каких условиях они возникают? Что такое интермодуляционные помехи? Как рассчитать интермодуляционные продукты 2-го и 3-го порядков? Сформулируйте основные требования к структуре и элементам главного приемного канала радиоприемника с точки зрения помехоустойчивости. Как влияет порядок фильтрации (преселектор, фильтр ПЧ, фильтр основной селекции) на устойчивость приемника к мощным внеполосным помехам?	ПК-1.3.1

	Опишите энергетическую модель воздействия помехи на входной каскад. Как рассчитать мощность помехи на входе смесителя?	
2	Дайте определение структурной помехи. Чем она принципиально отличается от гауссовского (белого) шума? Какие типы сигналов относятся к широкополосным шумоподобным (ШПС)? Назовите их основные параметры и функцию автокорреляции. Объясните принцип когерентного приема ШПС. В чем отличие от некогерентного приема? Нарисуйте структурную схему. Как структурные помехи влияют на систему тактовой синхронизации и слежение за псевдослучайной последовательностью (ПСП) в когерентном приемнике? Что такое эффект ложных локальных максимумов функции взаимной корреляции? Как он приводит к срыву синхронизации? В чем специфика воздействия помех на цифровые устройства систем связи (в отличие от аналоговых)? Опишите эффекты переполнения АЦП и «клиппирования». Как оценивается вероятность битовой ошибки при воздействии импульсной структурной помехи? Введите понятие «эквивалентного отношения сигнал/шум». Объясните влияние мощной импульсной помехи на систему фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и систему тактовой синхронизации.	ПК-1.З.2
3	Изобразите функциональную схему системы фазовой синхронизации (СФС) 2-го порядка. Опишите назначение каждого элемента. Какие параметры определяют полосу удержания и полосу захвата СФС? Как они связаны с коэффициентом демпфирования и собственной частотой? Что такое «срыв слежения» в СФС? Назовите основные причины срыва. Опишите методику анализа статистических характеристик времени срыва слежения в СФС 2-го порядка для фиксированных поглощающих границ. Какие допущения при этом используются? Чем отличается анализ срыва слежения для фазовой и частотной расстроек? В каком случае срыв наступает быстрее? Какое влияние оказывают структурные помехи на фазовый дискриминатор СФС? Как меняется характеристика дискриминатора?	ПК-1.У.1
4	Раскройте суть статистико-детерминированного подхода к оценке ЭМС. В чем преимущество этого метода по сравнению с чисто детерминированным и чисто вероятностным? Какие случайные параметры учитываются при статистико-детерминированной оценке ЭМС? Приведите примеры (нестабильность частоты, угловые координаты, мощность). Что такое территориальная модель оценки электромагнитной обстановки? Как учитываются	ПК-1.В.1

	диаграммы направленности антенн и рельеф местности? Опишите математическую модель восприимчивости РЭС, основанную на интерполяции характеристики восприимчивости. Какие данные необходимы для ее построения? В чем особенности оценки ЭМС в условиях непреднамеренных помех? Перечислите основные виды таких помех (атмосферные, индустриальные, от соседних РЭС). Как оценить уровень интермодуляционных помех при совместной работе передающих устройств? Какие критерии применяются для принятия решения о совместимости?	

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
1	1. Разработка методики прогнозирования электромагнитной обстановки в районе аэропорта с учетом совместного расположения РЛС, систем посадки и связи. 2. Исследование влияния параметров преселектора на односигнальную избирательность супергетеродинного приемника в условиях интенсивного частотного засорения. 3. Расчет и анализ зон блокирования приемного тракта при воздействии мощных внеполосных помех от соседних передатчиков. 4. Моделирование нелинейных эффектов (интермодуляция, перекрестная модуляция) в широкополосном тракте приемника при совместной работе нескольких РЭС. 5. Оптимизация структуры главного приемного канала радиоприемника по критерию минимума интермодуляционных искажений. 6. **Исследование помехоустойчивости когерентного приемника ШПС с фазовой манипуляцией (ФМн) при воздействии импульсных структурных помех с различной скважностью.** 7. **Разработка и анализ алгоритма адаптивной фильтрации для подавления структурных помех в тракте цифрового демодулятора сигналов с ППРЧ.** 8. **Моделирование влияния переполнения АЦП на вероятность битовой ошибки в системах с 16-QAM при воздействии мощных широкополосных помех.** 9. **Сравнительный анализ эффективности помехоустойчивого кодирования (сверточные, турбо-коды, LDPC) в каналах с пачечными ошибками, вызванными структурными помехами.** 10. **Исследование влияния структурных помех на систему слежения за псевдослучайной последовательностью (ПСП) в приемниках спутниковых навигационных систем.** 11. Анализ устойчивости системы фазовой синхронизации (СФС) 2-го порядка при воздействии гармонических и флуктуационных помех на фазовый дискриминатор.

	12. Разработка методики расчета статистических характеристик времени срыва слежения в СФС 2-го порядка для фиксированных и движущихся поглощающих границ. 13. Моделирование процессов захвата и удержания частоты в СФС с цифровым управляемым генератором (DDS) при наличии аддитивной структурной помехи. 14. Исследование влияния нелинейности характеристики фазового дискриминатора на помехоустойчивость СФС в условиях мощных импульсных помех. 15. Разработка программного комплекса для статистико-детерминированной оценки ЭМС группы радиоэлектронных средств с учетом случайных отклонений параметров. 16. Построение территориальной модели электромагнитной обстановки для зоны аэродрома с учетом рельефа местности и диаграмм направленности антенн. 17. Интерполяционная модель восприимчивости РЭС: построение и верификация по экспериментальным данным для типового приемного тракта. 18. Оценка внутрисистемной ЭМС бортового радиоэлектронного оборудования при совместной работе РЛС, системы навигации и радиовысотомера. 19. Анализ влияния непреднамеренных индустриальных помех (от ЛЭП, промышленного оборудования) на устойчивость систем связи и навигации аэропорта. 20. Моделирование эффективности подавления сигналов спутниковых радионавигационных систем (GPS/ГЛОНАСС) преднамеренными шумовыми и имитационными помехами с оценкой зон подавления. 21. Разработка адаптивной антенной решетки (ААР) с алгоритмом подавления структурных помех для системы спутниковой связи. 22. Исследование эффективности применения алгоритмов машинного обучения (нейронные сети) для классификации типов помех и адаптивного выбора режима обработки в приемном тракте. 23. Разработка методики оценки запаса устойчивости СФС к срыву слежения при воздействии широкополосных шумовых помех и структурных помех с памятью. 24. Моделирование канала связи с ШПС и когерентным приемом в среде Simulink с возможностью изменения параметров помехи в реальном времени. 25. Разработка рекомендаций по размещению антенных систем на аэродроме с учетом оценки ЭМС по статистико-детерминированному критерию.

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	Что такое электромагнитная обстановка (ЭМО)? А) Совокупность сигналов только от естественных источников (грозы, солнце) Б) Совокупность естественных и искусственных электромагнитных полей и излучений, действующих в данном месте и времени В) Только помехи от работающих РЭС противника Г) Характеристика мощности передатчика в заданной точке пространства	ПК-1.3.1

	Правильный ответ - Б	
2	Какие помехи относятся к преднамеренным? А) Атмосферные (грозовые разряды) Б) Индустриальные (от ЛЭП, двигателей) В) Помехи, создаваемые специальными средствами РЭБ противника Г) Космические шумы Правильный ответ - В	ПК-1.З.2
3	Что такое односигнальная избирательность супергетеродинного приемника? А) Способность подавлять помехи по зеркальному каналу Б) Способность выделять полезный сигнал на фоне только одного мешающего сигнала, расстроенного по частоте В) Способность работать при одновременном воздействии нескольких помех Г) Отношение сигнал/шум на выходе приемника Правильный ответ - Б	ПК-1.У.1
4	Какое явление возникает в результате воздействия мощной внеполосной помехи на малошумящий усилитель (МШУ)? А) Увеличение усиления Б) Блокирование (снижение усиления и ухудшение чувствительности) В) Уменьшение коэффициента шума Г) Сужение полосы пропускания Правильный ответ - Б	ПК-1.У.1
5	Когерентный прием ШПС предполагает: А) Наличие точной информации о фазе и времени прихода сигнала Б) Прием сигнала без информации о фазе В) Использование только огибающей сигнала Г) Применение детектора с линейным законом Правильный ответ - А	ПК-1.В.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;

– пути решения;

– изложение теоретического материала;

– дискуссия по теме лекции.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

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

Целью практического занятия для обучающегося является привитие 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

Занятия проводятся в формах игрового проектирования, занятий по моделированию реальных условий и деловых игр.

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).

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Радиоэлектронная борьба» предложены следующие темы, представленные в таблице 20.

Таблица 20 - Темы теоретического материала для самостоятельного изучения

№ п/п	Темы на самостоятельное изучение
Раздел 1. Оценка электромагнитной обстановки в месте расположения РЭС	
1.	Классификация электромагнитных помех по происхождению, спектру и длительности действия
Раздел 2. Анализ воздействия мощных помех на входные каскады РЭС	
1.	Физические механизмы блокирования малошумящих усилителей и смесителей
Раздел 3. Исследование влияния структурных помех на помехоустойчивость систем с широкополосными шумоподобными сигналами при когерентном приеме	
1.	Методы повышения устойчивости корреляционного приемника к структурным помехам
Раздел 4. Анализ влияния помех на цифровые устройства систем связи	
1.	Динамический диапазон АЦП и проблема переполнения разрядной сетки
Раздел 5. Статистико-детерминированный подход к оценке ЭМС	
1.	Метод Монте-Карло для оценки вероятности подавления РЭС
Раздел 6. Оценка ЭМС в условиях непреднамеренных помех	
1.	Помехи от промышленного оборудования и линий электропередач

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.

Система оценок при проведении текущего контроля успеваемости осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной ат-

тестации.

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».

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