

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

Кафедра № 22

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

ДОЦ., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Ю.В. Бакшеева

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«24» июнь 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Пространственно-временная обработка сигналов»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.04.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиотехника
Наименование направленности	Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Санкт-Петербург– 2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

 17.06.24  
(подпись, дата)

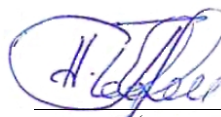
А.А. Филиппов  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 22

17 июня 2024 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой № 22


к.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

 17.06.2024  
(подпись, дата)

Н.В. Поваренкин  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

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

 17.06.2024  
(подпись, дата)

Н.В. Марковская  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Пространственно-временная обработка сигналов» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 11.04.01 «Радиотехника» направленности «Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов». Дисциплина реализуется кафедрой «№22».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и совершенствования характеристик радиотехнических систем, комплексов и устройств с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ»

ПК-3 «Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами построения и функционирования радиотехнических систем с пространственно-временной обработкой сигналов и их использования для решения задач обнаружения и сопровождения воздушных и космических объектов наблюдения (ОН), измерения их текущих координат в условиях воздействия помех для различных прикладных задач.

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

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

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

Целью дисциплины «Пространственно-временная обработка сигналов» является получение студентами знаний в области принципов построения и функционирования современных радиотехнических систем обнаружения пространственно-временных сигналов, оценки координат и параметров их источников на фоне как естественных, так и преднамеренных помех.

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-2 Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и совершенствования характеристик радиотехнических систем, комплексов и устройств с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ	ПК-2.В.1 владеть математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	ПК-3.3.1 знать способы организации, проведения и анализа результатов экспериментальных исследований

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Проектирование сложных технических систем»,
- «Теория и техника РТС»,
- «Особенности приема и обработки сигналов в РТС различного назначения»,
- «Теория сигналов»,

- «Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем».

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

- «Многофункциональные РЛС»,
- «Перспективные методы обработки информации в РТС»,
- «Помехоустойчивость радиотехнических систем»,
- «Системы связи с подвижными объектами»,
- «Адаптивные радиотехнические системы»,
- «Спутниковые радионавигационные системы».

### 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
		№3
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> , ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия</b> , всего час.	34	34
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)		
экзамен, (час)	36	36
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	38	38
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 3					
Раздел 1. Введение Тема 1.1. Основные понятия пространственно-временной обработки сигналов Тема 1.2. Взаимодействие полезных сигналов и помех и общие правила обработки полезных сигналов и помех в АР	2	1			6

Раздел 2. Обработка сигналов в антенных решетках и их характеристика. Модели сигналов и помех Тема 2.1. Характеристики двухэлементной и линейной антенные решетки. Тема 2.2. Плоские антенные решетки и повышение эффективности приема сигнала в условиях помех за счет подстройки диаграммы направленности антенной решетки	3	4			6
Раздел 3. Влияние различных факторов на эффективность подавления помех антенной решеткой. Тема 3.1. Универсальные кривые для расчета характеристик антенной решетки Тема 3.2. Особенности обработки адаптивными АР узкополосных и широкополосных сигналов.	4	4			6
Раздел 4. Оптимальная обработка сигналов в антенных решетках: пределы эффективности в установившемся режиме Тема 4.1. Оптимальная обработка сигналов в АР узкополосных систем с критериями средней квадратической ошибки и максимума отношения сигнал-шум. Тема 4.2. Оптимальная обработка сигналов в АР широкополосных систем. Обнаружение известного и случайного сигнала. Характеристика АР с подрешетками	4	4			8
Раздел 5. Адаптивные алгоритмы в ААР Тема 5.1. Алгоритмы адаптации в ААР. Градиентные алгоритмы. Квадратичная поверхность уровня. Метод наискорейшего спуска. Алгоритм минимизации средней квадратической ошибки. Тема 5.2. Рекуррентные методы обработки сигналов в антенных решетках. Рекуррентное обращение ковариационной матрицы Методы калмановской фильтрации для обработки сигналов в антенной решетке	4	4			6
Итого в семестре:	17	17			38
Итого	17	17	0	0	38

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

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1.	Введение. Основные понятия пространственно-временной обработки сигналов. Условия приема сигнала. Сигналы в активных и пассивных системах. Модели сигнала. Модель идеального распространения сигналов. Расположение элементов антенной

	решетки. Взаимодействие полезных сигналов и помех и общие правила обработки полезных сигналов и помех в АР.
2	Обработка сигналов в антенных решетках и их характеристика. Модели сигналов и помех Характеристики двухэлементной и линейной антенные решетки. Оценка характеристик двухэлементной и линейной антенных решеток для различных параметров. Плоские антенные решетки и повышение эффективности приема сигнала в условиях помех за счет подстройки диаграммы направленности антенной решетки.
3	Влияние различных факторов на эффективность подавления помех антенной решеткой. Универсальные кривые для расчета характеристик антенной решетки. Расчет характеристик разреженных АР для типовых требований. Особенности обработки адаптивными АР узкополосных и широкополосных сигналов. Оценка качества адаптации АР к помехе в зависимости от ее параметров и полосы сигнала
4	Оптимальная обработка сигналов в антенных решетках: пределы эффективности в установившемся режиме Оптимальная обработка сигналов в АР узкополосных систем с критериями средней квадратической ошибки и максимума отношения сигнал-шум. Оптимальная обработка сигналов в АР широкополосных систем. Обнаружение известного и случайного сигнала. Характеристика АР с подрешетками. Оптимальная обработка сигналов антенной решетки при сложных условиях распространения
5	Адаптивные алгоритмы в ААР Алгоритмы адаптации в ААР. Адаптивные АР бортовых РЛС с СДЦ Градиентные алгоритмы. Квадратичная поверхность уровня. Метод наискорейшего спуска. Алгоритм минимизации средней квадратической ошибки. Геометрическая интерпретация Рекуррентные методы обработки сигналов в антенных решетках. Рекуррентное обращение ковариационной матрицы Методы калмановской фильтрации для обработки сигналов в антенной решетке и их скорость сходимости. Геометрическая интерпретация

#### 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 3					
1.	Расчет характеристик	Методом математического	4	4	2

	двухэлементной и линейной антенных решеток для различных параметров	моделирования в среде MATHCAD			
2.	Расчет и исследование характеристик разреженной антенной решетки по универсальным кривым	Методом математического моделирования в среде MATHCAD	4	4	3
3.	Оценка эффективности подавления адаптивной антенной решеткой помехи для узкополосного и широкополосного сигнала	Методом математического моделирования в среде MATHCAD	4	4	3
4.	Адаптивные алгоритмы в ААР. Сравнительная характеристика рекуррентных и градиентных алгоритмов в ААР	Изучение и обсуждение адаптивных алгоритмов в ААР. Сравнение по трудоемкости, скорости сходимости и технической реализации рекуррентных и градиентных алгоритмов	5	5	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)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				



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 3, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	18	18
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)	12	12
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	8	8
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	38	38

5. Перечень учебно-методического обеспечения  
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)  
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий  
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.  
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
<b>621.396.9 A28</b>	Адаптивные радиотехнические системы с антенными решетками [Текст] : монография / А. К. Журавлев, В. А. Хлебников, А. П. Родимов и др. ; Ленингр. ин-т авиац. приборостроения. - науч. изд. - Л. : Изд-во ЛГУ, 1991. - 544 с. : рис., схем. - Библиогр. : с. 534 - 541 (195 назв.). - ISBN 5-288-	53

	00519-2	
// <a href="http://www.studmed.ru/fedorova-ib-red-informacionnye-tehnologii-v-radiotekhnicheskikh-sistemah_703547228f8.html">http://www.studmed.ru/fedorova-ib-red-informacionnye-tehnologii-v-radiotekhnicheskikh-sistemah_703547228f8.html</a>	Информационные технологии в радиотехнических системах: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. /В.А.Васин, И.Б. Власов, Ю.М. Егоров [и др.]; Под ред. И.Б. Федорова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 768 с.	
<b>6Ф2.01.391.4</b> <b>С66</b>	Сосулин Ю.Г. Теория обнаружения и оценивания стохастических сигналов. – М.: Сов. Радио, 1978.	4
<b>621.396.9</b> <b>В74</b>	Вопросы статистической теории радиолокации [Текст] : монография. - М. : Сов. радио, 1963 - .Т. 1,2 / П. А. Бакут, И. А. Большаков, Б. М. Герасимов и др. - М. : Сов. радио, 1963. - 424 с. : черт., граф., табл. - Библиогр. : с. 417 - 421 (77 назв.).	7
	Монзинго Р. А., Миллер Т. У. Адаптивные антенные решетки. Введение в теорию. – М.: Радио и связь, 1986.440 с.	
	Григорьев В. А.,Шесняк С.С и др. Адаптивные антенные решетки: Учебное пособие, части 1 и 2 - СПб: Издат. Университета ИТМО, 2016, Ч.1 - 179 с, Ч.2 – 119 с.	

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

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

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

URL адрес	Наименование
<a href="http://www.studmed.ru/fedorova-">http://www.studmed.ru/fedorova-</a>	Информационные технологии в радиотехнических

<a href="http://ib-red-informacionnye-tehnologii-v-radiotekhnicheskikh-sistemah_703547228f8.html">ib-red-informacionnye-tehnologii-v-radiotekhnicheskikh-sistemah_703547228f8.html</a>	системах: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. /В.А.Васин, И.Б. Власов, Ю.М. Егоров [и др.]; Под ред. И.Б. Федорова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 768 с.
--	---

## 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

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	22-03
2	Мультимедийная лекционная аудитория	22-08
3	Класс ЭВМ	22-06

## 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 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«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.	1. Основные задачи пространственно-временной обработки сигналов, пути их решения.	ПК-2.В.1
2.	Основные требования к адаптивным антенным решёткам (ААР)	ПК-2.В.1
3.	Техническая реализация пространственной обработки сигналов	ПК-2.В.1
4.	Пространственно-временные сигналы и условия их факторизации.	ПК-2.В.1
5.	Отличительные особенности обработки узкополосных и	ПК-2.В.1

	широкополосных сигналов.	
6.	Основные этапы временной обработки сигналов	ПК-2.В.1
7.	Основные элементы ААР с пространственно-временной обработкой (ПВрО) сигналов	ПК-2.В.1
8.	Модели антенных систем с адаптивной ПВрО сигналов.	ПК-3.3.1
9.	Модель принимаемого сигнала с использованием корреляционной функции и ковариационной матрицы	ПК-3.3.1
10.	Активные шумовые помехи, фильтрация помехи во временной области с использованием автокомпенсаторов.	ПК-3.3.1
11.	Пассивные помехи, методы борьбы в пространственной и временной области	ПК-3.3.1
12.	Критерии эффективности ААР, факторы снижающие их эффективность.	ПК-3.3.1
13.	Требования к ААР и методам обработки сигналов	ПК-3.3.1
14.	Характеристики двухэлементной антенной решетки.	ПК-3.3.1
15.	Линейные антенные решетки, свойства, разрешающая способность.	ПК-3.3.1
16.	Уровень боковых лепестков линейных АР в зависимости от ее параметров	ПК-3.3.1
17.	Плоские антенные решетки, свойства, порядок обработки сигналов по структурной схеме.	ПК-3.3.1
18.	Универсальные кривые для расчета характеристик антенной решетки.	ПК-3.3.1
19.	Влияние различных факторов на эффективность подавления помех антенной решеткой.	ПК-2.В.1
20.	Метод ПВрО, основанный на непосредственном обращении матрицы (НОМ)	ПК-2.В.1
21.	Оптимальная обработка сигналов в антенной решетке узкополосных систем	ПК-2.В.1
22.	Алгоритм минимума средней квадратической ошибки (МСКО).	ПК-3.3.1
23.	Адаптивный метод минимизации отношения сигнал-шум (МОСШ).	ПК-3.3.1
24.	ААР при сопровождении движущихся целей.	ПК-3.3.1
25.	Градиентные методы обработки сигналов в ААР по критерию МСКО	ПК-3.3.1
26.	Рекуррентные методы в ААР калмановского типа, отличительные особенности	ПК-3.3.1

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/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

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

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	Оценить количество элементов, межэлементного расстояния АР для получения требуемого разрешения объектов с размерами 0.5 м на дальности 1 км для длины волны 3 см	ПК-2.В.1
2.	АР с размерами не больше 60 см с разрешающей способностью на дальности 3 км – 5 м. (количество элементов, межэлементное расстояние, длину волны)	ПК-2.В.1
3.	«Слепые скорости» РЛС наземных целей с параметрами сигнала ( $F_{си} = 2$ КГц, $\tau_{и} = 1$ мкс, несущей частотой 38 ГГц)	ПК-2.В.1
4.	Параметры ЛЗ эквидистантной антенной решетки $t_{зад\ мин}$ и $t_{зад\ макс}$ с дискретом сканирования направлений 1 градус в секторе $\pm 60$ град с количеством элементов – 100, длиной волны – 5 см	ПК-2.В.1
5.	Количество элементов разреженной линейной АР при заданном уровне боковых лепестков (БЛ)	ПК-2.В.1
6.	Оценить разрешающую способность АР по кривым расчета для заданного уровня БЛ.	ПК-2.В.1
7.	Каковы соотношения сигнал/шум после адаптации 16 элем АР с использованием моделирования ААР: (даны размеры ААР, длина волны, $P_{и}$ , $\sigma_{ц}$ , $P_{пр.мин}$ , $R_{ц}$ , направление на помеху, $P_{пп}$ , $R_{пп}$ )	ПК-2.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, приходиться 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:

- чтение лекции;
- учебное пособие (Информационные технологии в радиотехнических системах: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. /В.А.Васин, И.Б. Власов, Ю.М. Егоров [и др.]; Под ред. И.Б. Федорова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 768 с. // [http://www.studmed.ru/fedorova-ib-red-informacionnye-tehnologii-v-radiotekhnicheskikh-sistemah\\_703547228f8.html](http://www.studmed.ru/fedorova-ib-red-informacionnye-tehnologii-v-radiotekhnicheskikh-sistemah_703547228f8.html))

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

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 посвящены решению задач, иллюстрирующих основные методы теории адаптивных антенных решеток применительно к пространственно-временной обработке радиолокационных информации

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

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

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

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

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

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

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

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

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:

- 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