

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

Кафедра № 22

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Н.В. Поваренкин

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«22» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы радиотоники»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиотехника
Наименование направленности	Радиотехнические системы радиолокации и радионавигации
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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


(подпись, дата)

20.06.2023

Н.В. Поваренкин

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 22

«20» июня 2023 г, протокол № 6

Заведующий кафедрой № 22

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


(подпись, дата)

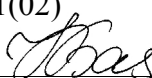
20.06.2023

Н.В. Поваренкин

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 11.03.01(02)

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


(подпись, дата)

20.06.2023

Ю.В. Бакшеева

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

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


(подпись, дата)

20.06.2023

О.Л. Балышева

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Основы радиофотоники» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.01 «Радиотехника» направленности «Радиотехнические системы радиолокации и радионавигации». Дисциплина реализуется кафедрой «№22».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением особенностей передачи, приема и преобразования информации с помощью электромагнитных волн СВЧ-диапазона. Дисциплина изучает теоретические сведения, направленные на создание радиотехнических устройств и систем с параметрами, недостижимыми при использовании принципов традиционной электроники. Области применения радиофотоники: распределение сигналов на удаленные антенны, линии передачи СВЧ сигналов внутри крупных объектов, системы радио-электронной борьбы, оптические линии задержки и обработки сигналов, системы калибровки радаров и РЛС, фазированные антенные решетки.

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

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

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

Подготовка специалистов, осуществляющих на высоком научно-техническом уровне разработку и проектирование конкурентоспособных высокотехнологичных устройств и систем в области оптического и радиочастотного диапазона длин волн.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО) 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 реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов	ПК-2.3.1 знать методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков радиотехнических устройств и систем ПК-2.У.1 уметь проводить исследования характеристик радиотехнических устройств и систем ПК-2.В.1 владеть методами обработки результатов эксперимента

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика и математический анализ»,
- «Физика»,
- «Электроника»,
- «Радиотехнические цепи и сигналы».

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

- «Устройства приема и обработки сигналов»,

– «Устройства СВЧ и антенны» и др.

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
		№4
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	74	74
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

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 4					
Тема 1. Волновые процессы в устройствах радиофотоники	4		4		20
Тема 2. Микроволновая твердотельная радиофотоника	6		4		20
Тема 3. Приборы и устройства функциональной электроники и радиофотоники	7		9		34
Итого в семестре:	17		17		74
Итого	17	0	17	0	74

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
Тема 1. Волновые процессы в устройствах радиофотоники	<p>Лекция 1. Особенности распространения радиоволн в волноводах с пассивными средами</p> <p>1.1 Характер распространения полей для распространяющихся (волноводных) и не распространяющихся (реактивных) мод.</p> <p>1.2 Перенос мощности электромагнитной волны в регулярном волноводе</p> <p>1.3 Одномодовые и многомодовые оптические волноводы</p> <p>1.4 Электромагнитные волны в открытых диэлектрических волноводах</p>
	<p>Лекция 2. Волновые процессы в дрейфовых потоках носителей в вакууме и твердом теле</p> <p>2.1 Кинетическое и динамическое описание системы заряженных частиц</p> <p>2.2 Динамические переменные заряженных частиц и уравнения переноса</p> <p>2.3 Теорема кинетической мощности и энергетические соотношения для волн пространственного заряда</p> <p>2.4 Влияние дрейфа, диффузии и разогрева электронов на распространение радиоволн</p>
	<p>Лекция 3. Элементы теории связанных волн и волновые взаимодействия</p> <p>3.1 Уравнение связанных волн в системах без потерь</p> <p>3.2 Понятие о режимах пропускания и не пропускания волн и о конвективной и абсолютной неустойчивости распределительных систем.</p> <p>3.3 Особенности связи волн в диссипативной системе</p> <p>3.4 Принцип подобия волновых процессов разной физической природы</p>
Тема 2.	Лекция 4. Физические основы твердотельной СВЧ электроники и радиофотоники

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<p>Микроволновая твердотельная радиофотоника</p>	<p>4.1 Междоменный перенос электронов и отрицательная дифференциальная проводимость 4.2 Диэлектрические свойства сигнетоэлектрических материалов 4.3 Наведенный электрическим полем пьезоэффект в сигнетоэлектриках при температурах выше температуры Кюри 4.4 Объемные акустические волны в тонкопленочных сигнетоэлектрических структурах</p> <p>Лекция 5. Полупроводниковые приборы СВЧ диапазона 5.1 Классификация полупроводниковых приборов СВЧ, особенности их конструкции и применения 5.2 Полупроводниковые диоды и транзисторы СВЧ 5.3 Основные элементы радиофотонных трактов. Принцип действия и основные характеристики 5.4 Функциональные микросхемы СВЧ. Принцип построения. Особенности использования</p> <p>Лекция 6. Приборы СВЧ диапазона на основе активных диэлектриков 6.1 Устройства для изменения фазы гармонических колебаний на основе СВЧ микросхем. Принцип построения и особенности управления 6.2 Устройства и линии задержки гармонических колебаний. Физические основы построения линий и устройств задержки и их применение 6.3 Электрически управляемые сигнетоэлектрические делители мощности СВЧ сигнала 6.4 СВЧ резонаторы и фильтры на объемных акустических волнах</p>
<p>Тема 3. Приборы и устройства функциональной электроники и радиофотоники</p>	<p>Лекция 7. Радиофотонные системы 7.1 Основные задачи решаемые современными радиофотонными системами. Преимущества и недостатки 7.2 Устройства радиофотоники, обеспечивающие передачу данных с минимальными потерями 7.3 Системы радиоэлектронной борьбы</p>

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
	7.4 Линии передачи СВЧ сигналов внутри крупных объектов
	Лекция 8. Антенные решетки 8.1 Оптическое управление задержками СВЧ сигналов 8.2 Управление антенной решеткой на основе оптического процессора 8.3 Измерение достижимых характеристик антенных систем 8.4 Методы обработки результатов
	Лекция 9. 9.1 Приборы и средства, используемые для измерения параметров радиофотонных систем 9.2 Перспективы развития радиофотонных систем

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ темы дисциплины
Семестр 4			
Лабораторная работа 1. Исследование дисперсионных свойств и характеристик взаимодействия вихревых электромагнитных волн	4	4	1

Лабораторная работа 2. Исследование оптических мод в открытых диэлектрических волноводах	4	4	2
Лабораторная работа 3. Исследование параметров плазменных сред и дисперсионных характеристик волн пространственного заряда в дрейфовых потоках носителей заряда	9	9	3
Всего	17	17	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице

7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 4, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	15	15
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	9	9
Всего:	74	74

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)
	Лебедев, А.И. Физика полупроводниковых приборов / А.И. Лебедев. – М. ФИЗМАТЛИТ, 2008	
	Пасынков, В.В. Полупроводниковые приборы / В.В. Пасынков, Л.К. Чиркин. – Учеб. для вузов. 8-е изд. – СПб. Издат-во Лань, 2009	

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
	Не предусмотрено

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

Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
Лекционная аудитория	22-08
Специализированная лаборатория «Безэховая камера»	51-06

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
Дифференцированный зачёт	Список вопросов

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

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – 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.

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
	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. Характер распространения полей для	ПК-2.3.1

	<p>распространяющихся (волноводных) и не распространяющихся (реактивных) мод.</p> <p>2 Перенос мощности электромагнитной волны в регулярном волноводе</p> <p>3 Одномодовые и многомодовые оптические волноводы</p> <p>4 Электромагнитные волны в открытых диэлектрических волноводах</p>	
	<p>5 Устройства для изменения фазы гармонических колебаний на основе СВЧ микросхем. Принцип построения и особенности управления</p> <p>6 Устройства и линии задержки гармонических колебаний. Физические основы построения линий и устройств задержки и их применение</p> <p>7 Электрически управляемые сигнетоэлектрические делители мощности СВЧ сигнала</p> <p>8 СВЧ резонаторы и фильтры на объемных акустических волнах</p>	ПК-2.У.1
	<p>9 Основные задачи решаемые современными радиофотонными системами. Преимущества и недостатки</p> <p>10 Устройства радиофотоники, обеспечивающие передачу данных с минимальными потерями</p> <p>11 Системы радиоэлектронной борьбы</p> <p>12 Линии передачи СВЧ сигналов внутри крупных объектов</p> <p>13 Оптическое управление задержками СВЧ сигналов</p> <p>14 Управление антенной решеткой на основе оптического процессора</p> <p>15 Измерение достижимых характеристик антенных систем</p> <p>16 Методы обработки результатов</p> <p>17 Приборы и средства, используемые для измерения параметров радиофотонных систем</p> <p>18 Перспективы развития радиофотонных систем</p>	ПК-2.В.1

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
	Учебным планом не предусмотрено	

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.

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.

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:

- 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».

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