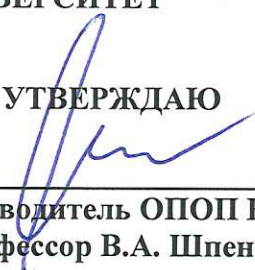


**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

  
Руководитель ОПОП ВО  
Профессор В.А. Шпенст

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО  
ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ  
ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Подготовка кадров высшей квалификации
<b>Направление подготовки:</b>	11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи
<b>Направленность (профиль):</b>	Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Нормативный срок обучения:</b>	4 года
<b>Составитель:</b>	д.т.н., профессор В.А.Шпенст

Санкт-Петербург

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические рекомендации разработаны на основе рабочей программы дисциплины «Электродинамика и распространение радиоволн» и предназначены для самостоятельного изучения аспирантами.

Процесс изучения дисциплины обучающимися направлен на закрепление формирования профессиональной компетенции: владение углубленными профессиональными знаниями о фундаментальных процессах и явлениях, протекающих в радиотехнических устройствах и системах, а также о физике электродинамических процессов (ПК-3). В результате изучения дисциплины обучающийся должен демонстрировать способность и готовность научно-исследовательской деятельности в области электроники, радиотехники и систем связи:

- проводить разработку программ проведения научных исследований опытных, конструкторских и технических разработок систем СВЧ;
- осуществлять разработку физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;
- планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития в общетехническом, общенаучном и социальном контекстах.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Самостоятельная работа – обязательная и неотъемлемая часть учебной работы аспиранта, направленная на:

- систематизацию, закрепление, углубление и расширение полученных теоретических знаний и практических умений;
- формирование умений использовать различные информационные источники: нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, творческой инициативы, ответственности и организованности;  
развитие исследовательских умений.

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения и подходы к решению практических задач.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее основные понятия, новые незнакомые термины и названия, математические зависимости и их выводы и т.п. Весьма целесообразно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги и к глоссарию (словарю терминов). Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект

курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к промежуточной аттестации.

Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением упражнений и решением задач. Решение задач – один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ**

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование раздела дисциплины</i>	<i>Содержание раздела</i>
1	Электродинамика и распространение радиоволн	Прохождение ЭМВ через границу раздела двух сред. Распространение ЭМВ в анизотропных и гиротропных средах Общие закономерности распространения ЭМВ в линиях передачи. Волноводы и объемные резонаторы. Измерение параметров линий передачи. Влияние Земли и атмосферы на распространение радиоволн. Методы расчета радиотрасс.
2	Устройства СВЧ и антенны	Слабонаправленные и частотно-независимые антенны. Вибраторные антенны, их конструкции и параметры. Щелевые антенны. Частотно-независимые спиральные и логопериодические антенны. Общие свойства апертурных антенн. Рупорные антенны. Принципы действия линзовых антенн. Зеркальные параболические антенны: принцип действия и конструкция. Основные характеристики параболических антенн. Управление лучом. Основные типы параболических антенн. Классификация антенных решеток с электрическим сканированием луча. Диаграмма направленности антенной решетки. Методы электрического сканирования. Фазированные антенные решетки (ФАР). Дискретное управление лучом ФАР. Схемы возбуждения ФАР. Активные и адаптивные ФАР. ФАР с обработкой сигнала

### Тематика практических заданий

1.	Раздел 1.	Расчет параметров распространения ЭМВ в анизотропных и гиротропных средах. Расчеты и моделирование распространения ЭМВ в линиях передачи. Проектирование волноводов и объемных резонаторов. Измерение параметров линий передачи. Расчеты влияния Земли и атмосферы на распространение радиоволн. Расчет радиотрасс
2.	Раздел 2.	Проектирование и моделирование антенн и устройств СВЧ. Разработка проекта антенного устройства в составе радиолокационного комплекса и обоснование ее ТТХ. Разработка ТЗ на составные системы и устройства . Измерение основных характеристик и параметров антенн: входного сопротивления, диаграммы направленности, коэффициента усиления, поляризационной характеристики. Экспериментальное исследование и автоматизированное проектирование антенн. Проблемы электромагнитной совместимости.

# РЕКОМЕНДОВАННАЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ЛИТЕРАТУРА

## Основная:

1. Муромцев, Д.Ю. Электродинамика и распространение радиоволн [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50680>. — Загл. с экрана.
2. Шпенст В.А. Радиолокационные системы и комплексы [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Шпенст. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский горный университет, 2016. — 399 с. — 978-5-94211-776-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78141.html>
3. Электродинамика: Учебное пособие / И.Ф. Будагян, В.Ф. Дубровин, А.С. Сигов. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 304 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Магистратура). (переплет) ISBN 978-5-98281-329-9. <http://znanium.com/catalog/product/391337>.
4. Шпенст В.А. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных систем : учеб. пособие / В.А.Шпенст ; Нац. минер.-сырьевой ун-т "Горный". - СПб. : Горн. ун-т, 2012. - 80 с. - Библиогр.: с. 77 (14 назв.). - ISBN 978-5-94211-595-1 : 35-00.

## Дополнительная:

1. Григорьев, А.Д. Электродинамика и микроволновая техника [Электронный ресурс] : учебник / А.Д. Григорьев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2007. — 704 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/118>. — Загл. с экрана.
2. Электродинамика: Учебное пособие / И.И. Каликинский. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 159 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Магистратура). (переплет) ISBN 978-5-16-006771-1. <http://znanium.com/catalog/author/e918681e-f84f-11e3-9766-90b11c31de4c>
3. Классическая электродинамика / Пейсахович Ю.Г. - Новосиб.:НГТУ, 2013. - 636 с.: ISBN 978-5-7782-2211-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/557086>
4. Гринев, А. Ю. Основы электродинамики с Matlab [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Гринев, Е. В. Ильин. - М.: Логос, 2012. - 176 с. - ISBN 978-5-98704-700-2. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/468451>

## Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта

- Методические указания для самостоятельной работы аспирантов;
- Индивидуальное задание по дисциплине.

## Ресурсы сети «Интернет»

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».
2. Библиотека ГОСТов [www.gostrf.com](http://www.gostrf.com).
3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>
4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>
5. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.

## Электронно-библиотечные системы:

- ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>
- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>
- ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>
- ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>

-ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>  
-Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL»  
<https://informsystema.ru>  
-Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>

**Современные профессиональные базы данных:**

-Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>  
-«Clarivate Analytics» <https://Clarivate.com>  
-«Springer Nature» <http://100k20.ru/products/journals/>

**Информационные справочные системы:**

1.Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс  
<http://www.consultant.ru/>.  
2. Электронно-периодический справочник «Система Гарант» <http://www.garant.ru/>.  
3.ООО «Современные медиа технологии в образовании и культуре».  
<http://www.informio.ru/>.  
4.Программное обеспечение Норма CS «Горное дело и полезные ископаемые»  
<https://softmap.ru/normacs/normacs-gornoe-delo-i-poleznye-iskopaemye/>

# КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

## 1 раздел

1. Расчет планарных волноводов для распространения волн Е или Н типов в оптическом диапазоне волн.
2. Расчет диэлектрических волноводов круглого сечения для распространения волн типа -Е или типа -Н в оптическом диапазоне.
3. Расчет резонаторов для оптического диапазона волн.
4. Расчет многослойных диэлектрических зеркал для отражения и пропускания оптического диапазона волн.
5. Обыкновенные и необыкновенные волны в анизотропных средах (намагниченный феррит или плазма) и схема установки для обнаружения эффекта Фарадея или эффекта Коттона–Мутона.
6. Расчет электромагнитных полей в СВЧ установках.
7. Расчет и разработка элементарных вибраторов для исследования поляризационных характеристик радиоволн.
8. Расчет дифракции радиоволн на щелях (прямоугольных, круглых).

## 2 раздел

1. Проектирование рупорной антенны.
2. Проектирование зеркальной параболической антенны.
3. Проектирование антенных решеток с электрическим сканированием луча.
4. Расчет диаграммы направленности антенной решетки.
5. Проектирование фазированной антенной решетки (ФАР).