**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им.аль-Фараби**

**Факультет физико-технический**

**Образовательная программа по специальности «6D071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации»**

# Утверждено

на заседании Ученого совета

физико-технического факультета

Протокол № от « » 2016 г.

###### Декан факультета \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_А.Е.Давлетов

###### СИЛЛАБУС

по дисциплине «СВЧ антенны»

Магистратура 2 курс, специальность **«6M071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации»**, **семестр оcенний, 3 кредита**

**ФИО лектора:** Сванбаев Е.А., к.ф..-м. н.

**Телефон:**  8-775-8464415

**e-mail**: [svanbaev.eldos@gmail.com](mailto:svanbaev.eldos@gmail.com), **каб**. 202

***Преподаватель (семинарские, занятия):*** Сванбаев Е.А.

**Цели и задачи дисциплины:**

**Цель дисциплины**

Целью дисциплины «СВЧ антенны» является изучение магистрантами физических процессов и явлений, имеющих место при разработке, изготовлении и эксплуатации современных высокочувствительных антенн.

**Задачи дисциплины**

1. Изучить основные физические методы, применяемые при создании антенн.
2. Установить зависимость между геметрическими параметрами антенн и их свойствами.
3. Раскрыть физическую сущность явлений, происходящих в процессе излучения и регистрации электромагнитных волн антенной.

**Компетенции (результаты обучения):**

В результате изучения дисциплины «СВЧ антенны» магистрант должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

- готовностью учитывать современные тенденции развития антенных устройств в информационных технология;

- способностью строить физические и математические модели приборов, схемы и устройстыа антенн различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

**знать:**

- физические принципы работы основных антенн;

- основные достижений мировой науки и техники в области антенн;

- основные методы по проведению измерений и исследованию характеристик антенн, анализу, систематизации и обобщению экспериментальных данных, подготовки данных для составления научных отчетов;

**уметь:**

- использовать необходимые методы компьютерного моделирования и выполнять нестандартные задачи различных уровней сложности;

- уметь выбирать приоритеты научно-исследовательской деятельности вырабатывать решения и участвовать в их реализации, уметь работать в научном коллективе;

- применять законы физики и других естественных наук для решения типовых задач, связанных с основными разделами антенной техники; уметь строить простейшие математические модели для описания свойств приборов;

- трактовать и описывать результаты моделирования процессов, протекающих в антенно-фидерных устройствах;

- классифицировать типы антенн, учитывать особенности спектрального диапазона при конструировании приборов антенн и беспроводных информационных систем;

**владеть:**

- методами расчета антенн, методами исследования физических свойств среды распространения, методами теоретического анализа физических процессов антенн и и систем связи;

- методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях,

- методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента;

- теоретическими методами описания свойств простых и сложных антенно-фидерных устройств;

**Пререквизиты дисциплины.** Изучение дисциплины «СВЧ антенны» опирается на знание фундаментальных законов физики, математики, и электродинамики.

**Постреквизиты дисциплины.** Знания и умения, полученные магистрантами при усвоении дисциплины «СВЧ антенны», являются базой для ряда дисциплин в области радиоэлектронных систем беспроводной связи.

**2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Структура курса:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Недели | **Название темы** | **Часы** | **Баллы** |
| **1.** | Л1Предмет курса «Антенно-фидерные устройства». Определение антенны и ее работа в режимах излучения и приема электромагнитных волн. Назначение, классификация и основные технические параметры антенных устройств. | **1** | **4** |
| Л2. Задачи и назначение антенно-фидерных устройств в инфокоммуникационных технологиях и системах связи. | **1** | **4** |
| С.1. Диаграмма направленности антенны. | **1** | **5** |
| **2** | Л3. Основные технические характеристики антенн. Диаграмма направленности. Ширина диаграммы направленности. Уровень боковых лепестков. Коэффициент направленного действия. | **1** | **4** |
| Л4. Коэффициент усиления антенн. Сопротивление излучения. Входной импеданс антенны. Общая классификация антенных устройств. | **1** | **4** |
| С2. Коэффициент усиления антенны. | **1** | **5** |
| **3** | Л. 5. Основные уравнения электродинамики в теории излучения антенн. Уравнения Максвелла для свободных и возбужденных полей. | **1** | **4** |
| Л. 6. Волновые уравнения. Граничные условия для идеального проводника. Электродинамические потенциалы. | **1** | **5** |
| С. 3. Входной импеданс антенны. | **1** | **5** |
| **4** | Л. 7. Векторный и скалярный потенциалы электрического и магнитного видов. Уравнения Максвелла в комплексной форме записи. | **1** | **5** |
| Векторные потенциалы в комплексной форме записи. Однородные и неоднородные комплексные волновые уравнения или уравнения Гельмгольца. | **1** | **5** |
| С.4. Уравнения Максвелла для свободных полей. | **1** | **5** |
| **5** | Л.9. Комплексный коэффициент распространения. Коэффициент фазы и коэффициент затухания. Фазовая скорость распространения волны. | **1** | **5** |
| Л. 10. Излучение радиоволн в свободном неограниченном пространстве. Общее решение внешней граничной задачи возбуждения свободного неограниченного пространства сторонними электрическим и магнитным токами. Случаи объемного, поверхностного и линейного распределения токов на излучателях. | **1** | **5** |
| С.5. Уравнения Максвелла для возбужденных полей. | **1** | **5** |
| **6** | Л.11. Точечные источники возбуждения волн и уравнение функции Грина в методе наложения. | **1** | **5** |
| Л. 12. Функция Грина неограниченного трехмерного свободного пространства и ее различные представления. Элементарный электрический излучатель Герца и его характеристики. | **1** | **5** |
| С.6. Векторный и скалярный потенциал электрического поля. | **1** | **5** |
| **7** | Л.13. Мощность излучения и сопротивление излучения. Элементарный магнитный (щелевой) излучатель Герца и его характеристики. Представление и объяснение магнитного тока. | **1** | **5** |
| Л.14. Распределение электрических токов и зарядов в симметричном вибраторе. Нахождение электромагнитного поля в дальней зоне для симметричного вибратора. | **1** | **5** |
| С.7. Комплексный коэффициент распространения волны. | **1** | **5** |
|  | **Рубежный контроль 1** | **1** | **100** |
| **8** | Л15. Общая формула диаграммы направленности симметричного вибратора. Зависимость направленных свойств симметричного вибратора от распределения стороннего электрического тока по длине вибратора. | **1** | **4** |
| Л16. Зависимость сопротивления излучения вибратора от распределения тока по длине вибратора. Влияние металлического экрана на излучение вибратора. | **1** | **4** |
| С8. Точечные источники возбуждения волн и уравнение функции Грина. | **1** | **4** |
|  | **Промежуточный экзамен** | **1** | **100** |
| **9** | Л.17. Влияние поверхности земли на диаграмму направленности вибратора. Настройка симметричных вибраторных антенн. | **1** | **4** |
| Л.18. Конструкции вибраторных антенн. Симметричный и несимметричный вибраторы. | **1** | **4** |
| С.9. Элементарный электрический диполь Герца и его характеристики. | **1** | **4** |
| **10** | Л. 19. Магнитные (щелевые) вибраторы. Диапазон рабочих частот тонких вибраторов. | **1** | **4** |
| Л. 20. Широкополосные вибраторы. Конструкция вибраторной антенны С.И.Надененко. Конструкция петлевого вибратора А.А.Пистолькорса. Особенности питания симметричных и несимметричных вибраторов. | **1** | **4** |
| С. 10. Электромагнитное поле в дальней зоне симметричного вибратора. | **1** | **4** |
| **11** | Л. 21. Симметрирующие и согласующие устройства для подключения питающего фидера ко входу вибраторных антенн. Биконический вибратор С.А.Щелкунова. | **1** | **4** |
| Л. 22. Диско-конусная антенна. Диаграмма направленности, входное сопротивление и диапазон рабочих частот биконической и диско-конусной антенн. | **1** | **4** |
| С. 11. Влияние поверхности земли на диаграмму направленности вибратора. | **2** | **4** |
| **12** | Л.23. Миниатюризация вибраторных антенн. Изготовление вибраторных антенн на основе технологии микрополосковых линий передачи. | **1** | **4** |
| Л.24. Апертурные антенны. Апертурный метод расчета характеристик излучения антенн. | **1** | **4** |
| С.12. Конструкции симметричного и несимметричного вибраторных антенн. | **1** | **5** |
| **13** | Л.25. Излучение прямоугольной площадки при различных распределениях амплитуды поля в апертуре. | **1** | **4** |
| Л.26. Излучение круглой площадки при различных распределениях амплитуды поля в апертуре. Зависимость ширины луча и уровня боковых лепестков от закона распределения амплитуды поля в апертуре. | **1** | **4** |
| С.13. Конструкции магнитных (щелевых) вибраторных антенн. | **1** | **5** |
| **14** | Л.27. Влияние фазовых искажений поля в апертуре на основные характеристики излучения апертурных антенн. | **1** | **4** |
| Л.28. Излучение из открытого конца полых металлических волноводов. Пирамидальные рупорные антенны. Рупор как устройство согласования полого металлического волновода с неограниченным свободным пространством. | **1** | **4** |
| С.14. Конструкция широкополосного вибратора С.И.Надененко. | **1** | **5** |
| **15** | Л.29. Параболические зеркальные антенны. Виды облучателей зеркальных антенн. | **1** | **4** |
|  | Л.30. Влияние зеркала на облучатель. Двухзеркальные антенны системы Грегори и системы Кассегрена. | **1** | **4** |
|  | С.15. Виды зеркальных параболических антенн. | **1** | **5** |
|  | **Рубежный контроль 2** |  | **100** |
|  | **Экзамен** |  | **100** |
|  | **ВСЕГО** |  | **100** |

**Список рекомендуемой литературы**

**Основная**

1. Нефедов Е.И. Устройства СВЧ и антенны: Учебное пособие. / Е.И.Нефедов - М.: Издательский центр "Академия", 2009. - 384 с.
2. Неганов В.А., Нефедов Е.И., Яровой Г.П. Электродинамические методы проектирования устройств СВЧ и антенн./В.А.Неганов, Е.И.Нефедов, Г.П.Яровой -М.: Радио и связь, 2002. - 416 с.
3. Неганов В.А., Нефедов Е.И., Яровой Г.П. Современные методы проектирования линий передачи и резонаторов сверх- и крайневысоких частот: Учебное пособие/В.А.Неганов, Е.И.Нефедов, Г.П.Яровой -М.: Педагогика Пресс, 1998. - 328 с.
4. Нефедов Е.И. Антенно - фидерные устройства и распространение радиоволн. / Е.И.Нефедов -М.: Издательский центр "Академия", 2006. - 320 с.
5. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн. / Б.М.Петров - М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 558 с.

Дополнительная

1. Нефедов Е.И. Техническая электродинамика. / Е.И.Нефедов -М.: Издательский центр "Академия", 2008. - 416 с
2. Воскресенский Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.М., Пономарев Л.И. Устройства СВЧ и антенны. / Д.И.Воскресенский, В.Л.Гостюхин,
3. М.Максимов, Л.И.Пономарев - М.: Радиотехника, 2006. - 420 с
4. Петров Б.М., Костромитин Г.И., Горемыкин Е.В. Логопериодические вибраторные антенны. / Б.М.Петров, Г.И.Костромитин, Е.В.Горемыкин -М.: Г орячая линия - Телеком, 2005. - 420 с- 239 с
5. Неганов В.А., Раевский С.Б., Яровой Г.П. Линейная макроскопическая электродинамика. В 2 томах / В.А.Неганов, С.Б.Раевский, Г.П.Яровой -М.: Радио и связь, 2000 - 2001. - том 1. -512с. - том2. -576 с.
6. Марков Г.Т., Сазонов Д.М. Антенны. / Г.Т.Марков, Д.М.Сазонов-М.: Энергия, 1975. -528 с.
7. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ. / Д.М.Сазонов - М.: Высшая школа, 1988. . -432 с.
8. Нефедов Е.И., Пономарев И.Н., Семенов Е.С. Расчет согласующих устройств линий передачи с активными нагрузками: Учебно - методическое пособие для курсового и дипломного проектирования. / Е.И.Нефедов, И.Н.Пономарев, Е.С.Семенов - Волгоград: Издательство ВолГУ, 2008. . - 48 с.
9. Гридин В.Н., Нефедов Е.И., Черникова Т.Ю. Электродинамика структур крайне высоких частот. / В.Н.Гридин, Е.И.Нефедов, Т.Ю.Черникова - М.: Наука, 2002. - 360 с.

**Формы контроля знаний**

Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена. Максимальный показатель успеваемости за промежуточную аттестацию составляет 40 %.

Итоговый показатель успеваемости по дисциплине определяется как сумма показателей успеваемости по рубежным контролям (60 %) и промежуточной аттестации – зачета (40 %). Максимальное значение итогового показателя составляет 100 %. Экзаменационная оценка по дисциплине определяется из итогового показателя успеваемости в соответствии со следующей таблицей:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| А | 95-100% | Отлично |
| А - | 90-94% |
| B+ | 85-89% | Хорошо |
| В | 80-84% |
| В - | 75-79% |
| С+ | 70-74% | Удовлетворительно |
| С | 65-69% |
| С - | 60-64% |
| D+ | 55-59% |
| D | 50-54% |
| F | 0-49% | Неудовлетворительно |

АКАДЕМИЧЕСКАЯ Политика курса

Все виды работ необходимо выполнять и защищать в указанные сроки. Магистранты, не сдавшие очередное задание или получившие за его выполнение менее 50% баллов, имеют возможность отработать указанное задание по дополнительному графику. Магистранты, не выполнившие все виды работ, к экзамену не допускаются. Кроме того, при оценке учитывается активность и посещаемость магистрантов во время занятий.

будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимы подсказывание и списывание во время сдачи СРД, промежуточного контроля и финального экзамена, копирование решенных задач другими лицами, сдача экзамена за другого студента. Студент, уличенный в фальсификации любой информации курса, несанкционированном доступе в Интранет, пользовании шпаргалками, получит итоговую оценку «F».

За консультациями по выполнению самостоятельных работ (СРД), их сдачей и защитой, а также за дополнительной информацией по пройденному материалу и всеми другими возникающими вопросами по читаемому курсу обращайтесь к преподавателю в период его офис-часов.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Оценка по буквенной системе | Цифровой эквивалент баллов | %-ное содержание | Оценка по традиционной системе |
| А | 4,0 | 95-100 | Отлично |
| А- | 3,67 | 90-94 |
| В+ | 3,33 | 85-89 | Хорошо |
| В | 3,0 | 80-84 |
| В- | 2,67 | 75-79 |
| С+ | 2,33 | 70-74 | Удовлетворительно |
| С | 2,0 | 65-69 |
| С- | 1,67 | 60-64 |
| D+ | 1,33 | 55-59 |
| D- | 1,0 | 50-54 |
| F | 0 | 0-49 | Неудовлетворительно |
| I  (Incomplete) | - | - | «Дисциплина не завершена»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| P  (Pass) | **-** | **-** | «Зачтено»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| NP  (No Рass) | **-** | **-** | «Не зачтено»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| W  (Withdrawal) | - | - | «Отказ от дисциплины»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| AW  (Academic Withdrawal) |  |  | Снятие с дисциплины по академическим причинам  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| AU  (Audit) | - | - | «Дисциплина прослушана»  (*не учитывается при вычислении GPA)* |
| Атт. |  | 30-60  50-100 | Аттестован |
| Не атт. |  | 0-29  0-49 | Не аттестован |
| R (Retake) | - | - | Повторное изучение дисциплины |

*Рассмотрено на заседании кафедры Физики твердого тела и нелинейной физики*

*протокол № от « » 2016 г.*

**Зав.кафедрой Ярмухамедова Г.Ш.**

**Лектор Е.А. Сванбаев**