

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого


_____ О.Д.Асенчик

30.06.2016
(дата утверждения)

Регистрационный № УД-45-25/уч.

АНТЕННО-ФИДЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-36 04 02 «Промышленная электроника»

2016 г.

Учебная программа составлена на основе:

- образовательного стандарта ОСВО 1-36 04 02-2013;
- учебного плана учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» № I 36-1-01/уч. от 12.02.2015, I 36-1-18/уч. 17.09.2013

СОСТАВИТЕЛИ:

В.Н. Мизгайлов, профессор кафедры «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого», д.ф.-м.н., профессор;

Ю.В. Крышнев, зав. кафедрой «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого», к.т.н., доцент;

Н.А. Красовская, ассистент кафедры «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого».

РЕЦЕНЗЕНТ:

П.Н. Анисим, вед. инженер по электронной технике СООО «Гомельский приборостроительный завод».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Промышленная электроника» Учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого» (протокол № 9 от 14.03.2016);

Научно-методическим советом факультета автоматизированных информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 10 от 30.05.2016);

150-05-27/уч.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 5 от 28.06.2016).

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Введение.

Изучение учебной дисциплины «Антенно-фидерные устройства» осуществляется в соответствии с требованиями к формированию академических, социально-личностных и профессиональных компетенций специалиста в сфере радиоэлектроники.

Цели и задачи учебной дисциплины.

Целью изучения дисциплины «Антенно-фидерные устройства» является подготовка студентов по основным направлениям современной теории антенно-фидерных устройств (АФУ) и систем сверхвысоких частот (СВЧ), привитие навыков самостоятельного проектирования новой техники.

Задачи дисциплины:

- изучение назначения и места антенно-фидерных устройств в промышленности и быту;
- изучение структурных схем антенно-фидерных устройств;
- изучение общей теории излучения и приема радиоволн;
- изучение вопросов синтеза линейных систем;
- получение навыков измерения параметров, характеризующих АФ, измерения основных параметров устройств СВЧ, расчета элементов антенных систем и оценка стоимости антенной системы в изготовлении.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалистов, связи с другими учебными дисциплинами.

Учебная дисциплина «Антенно-фидерные устройства» входит в состав цикла дисциплин специализации 1-36 04 02 02 «Техника и средства электронной связи». Данная дисциплина связана с отдельными разделами таких учебных дисциплин, как «Техническая электродинамика», «Устройства сверхвысоких частот», «Радиоприемные и радиопередающие устройства», «Теория электро-связи».

Требования к освоению учебной дисциплины.

После изучения дисциплины «Антенно-фидерные устройства» подготавливаемый специалист должен соответствовать следующим требованиям к его компетентности:

академические компетенции:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

– АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

– АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

– АК-11. Владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации с использованием компьютерной техники.

социально-личностные компетенции:

– СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

– СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

– СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

– СЛК-4. Владеть навыками здоровьесбережения.

– СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

– СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции:

– ПК-2. Разрабатывать стендовое и тестирующее оборудование для технологического процесса производства радиоэлектронных средств промышленной электроники.

– ПК-7. Проводить ремонт и эксплуатацию средств промышленной электроники и обеспечивать обучение персонала, работающего с электрооборудованием.

– ПК-9. Используя эксплуатационную документацию, проводить пусконаладочные работы антенно-фидерных устройств в соответствии с правилами и нормами.

– ПК-11. Проводить монтаж, наладку, испытания электронного оборудования, в том числе информационных каналов и каналов связи, устройств автоматики.

– ПК-13. Разрабатывать технические задания на проектируемый объект, выбирать структуру и элементную базу радиоэлектронных средств промышленной электроники, рассчитывать и анализировать режимы работы как отдельных узлов, так и изделия в целом.

– ПК-17. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

– ПК-21. Владеть современными средствами инфокоммуникаций.

– ПК-22. Анализировать перспективы и направления развития элементной базы и современных технологий.

– ПК-23. Намечать основные этапы научных исследований при подготовке к проектированию новых изделий, обучать персонал по новым технологиям проектирования.

В результате освоения содержания учебной дисциплины «Антенно-фидерные устройства» студент должен:

знать:

- место и назначение антенно-фидерных устройств в быту и промышленности;

- структурные схемы антенно-фидерных устройств;

- общую теорию излучения и приема радиоволн;

- вопросы синтеза линейных систем;
 - плоские антенные решетки и типы антенн;
- уметь:
- рассчитать элементы антенных систем и оценить стоимость антенной системы в изготовлении;
- приобрести навыки:
- измерения параметров, характеризующих АФУ;
 - измерения основных параметров устройств СВЧ;
 - самостоятельной работы с научно – технической литературой по антенной тематике.

Программа дисциплины рассчитана на объем 264 учебных часов, из них аудиторных – 112. Примерное распределение учебных часов по видам занятий: лекций – 48 часов; лабораторных работ – 64 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины в зачетных единицах – 7,5. Итоговый контроль знаний по дисциплине проводится в форме экзамена.

Форма получения высшего образования: дневная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

Дневная форма обучения:

Курс – 4.

Семестр – 7.

Лекции – 48 часов .

Лабораторные занятия – 64 часа .

Всего аудиторных занятий – 112 часов .

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине:

Экзамен – 7 семестр .

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Общая теория излучения и приема радиоволн.

Тема 1.1 Введение. Место и назначение антенн.

Место и назначение антенн. Структурная схема антенны.

Тема 1.2 Электродинамические основы антенн.

Уравнения Максвелла. Электромагнитные поля излучающих систем в дальней, промежуточной и ближней зонах. Диполь Герца и его параметры. Магнитный диполь. Принцип взаимозаменяемости полей электрических и магнитных токов.

Элементарная электрическая и магнитная рамки. Влияние идеально проводящей неограниченной плоскости на излучение элементарных источников. Элементарный источник однонаправленного излучения. Элементарный турникетный излучатель.

Тема 1.3. Вибраторные антенны.

Электрический вибратор. Интегральное уравнение Галлена для вибратора. Распределение тока и заряда вдоль вибратора.

Диаграмма направленности, сопротивление излучения и КНД вибратора.

Электрическое поле вблизи вибратора. Расчет мощности излучения и входного импеданса методом наводимых ЭДС.

Приближенный расчет входного импеданса вибратора методом эквивалентных схем. Симметричный магнитный вибратор. Щелевая антенна в плоском бесконечном экране.

Тема 1.4 Теория связанных вибраторов.

Поле излучения двух одинаковых вибраторов. Теорема перемножения. Анализ диаграммы направленности системы двух вибраторов.

Собственные и взаимные импедансы вибраторов. Схема замещения двух вибраторов. Входные импедансы связанных вибраторов.

Пассивный вибратор. Применение метода интегральных уравнений к расчету импедансов связанных вибраторов.

Тема 1.5 Параметры антенн.

Общие замечания. Векторная комплексная характеристика направленности антенны.

Амплитудные, поляризационные и фазовые свойства поля излучения.

Коэффициент направленного действия и другие параметры антенны, связанные с амплитудной характеристикой направленности.

Передающая антенна как четырехполюсник. Рабочая полоса частот и предельная мощность антенны.

Тема 1.6 Антенны в режиме радиоприема.

Применение принципа взаимности к изучению приемных антенн.

Поляризационные соотношения при радиоприеме. Мощность в нагрузке приемной антенны.

Эффективная поверхность. Шумовая поверхность приемной антенны. Взаимный импеданс далеко разнесенных антенн. О передаче мощности между двумя антеннами. О поле обратного излучения приемной антенны.

Тема 1.7 Анализ линейных излучающих систем.

Основные определения и исходные соотношения. Характеристики направленности идеального линейного излучателя.

Режимы излучения. Ширина луча. Коэффициент направленного идеального линейного излучателя. Влияние формы амплитудного распределения на параметры линейной антенны. Влияние фазовых искажений на параметры линейной антенны.

Характеристика направленности равномерной антенной решетки. Побочные главные максимумы и способы их подавления. Коэффициент направленного действия линейной антенной решетки. Входной импеданс излучателя антенной решетки. Расчет входной мощности и коэффициента усиления антенной решетки.

Тема 1.8 Вопросы синтеза линейных антенных систем.

О постановке задачи синтеза излучающей системы. Характеристика направленности как целая функция конечной степени. Синтез линейного излучателя методом интеграла Фурье. Синтез разностных диаграмм направленности. Синтез линейного излучателя методом парциальных диаграмм направленности. Синтез линейных антенных решеток. О сверхнаправленности антенн. Синтез оптимальных характеристик направленности.

Тема 1.9 Плоские излучающие раскрывы и решетки.

Основные определения и исходные соотношения. О применении теоремы эквивалентности к расчету излучения антенн с плоским раскрывом.

Коэффициент направленного действия и характеристики направленности плоского синфазного раскрыва. Метод эквивалентного линейного излучателя в анализе плоского раскрыва. Влияние случайных ошибок возбуждения на параметры плоского раскрыва. Отклонение луча в плоском раскрыве при линейном фазовом распределении возбуждения. Плоские фарованные антенные решетки. Размещение излучателей по раскрыву и условия отсутствия побочных главных максимумов. Дискретное фазирование сканирующих антенных решеток. О связи характеристики направленности одного излучателя решетки с рассогласованием входов элементов при сканировании.

Раздел 2. Типы антенн.

Тема 2.1 Вибраторные антенны СВЧ.

Вибраторы, питаемые двухпроводными линиями. Вибраторы, питаемые коаксиальными кабелями. Несимметричные вибраторы и способы их питания. Турникетные вибраторы.

Тема 2.2 Щелевые антенны СВЧ.

Полуволновые щелевые антенны. Кольцевые щелевые антенны. П- и V-образные щелевые антенны. Многощелевые волноводные антенны.

Тема 2.3 Частотно-независимые антенны.

Принципы построения частотно-независимых антенн. Частотно-независимые спиральные антенны. Логопериодические широкодиапазонные антенны. Способы увеличения рабочей полосы частот антенны.

Тема 2.4 Направленные антенны бегущей волны.

Общие свойства антенн бегущей волны. Диэлектрические стержневые антенны. Спиральные антенны. Импедансные антенны. Директорные антенны.

Тема 2.5 Апертурные антенны.

Общие свойства апертурных антенн. Рупорные антенны. Линзовые антенны. Зеркальные параболические антенны. Облучатели зеркальных антенн. Разновидности зеркальных антенн.

Тема 2.6 Сканирующие антенные решетки.

Общие свойства антенных решеток. Фазированные антенные решетки. Многолучевые антенные решетки. Антенные решетки с частотным сканированием.

Тема 2.7 Антенны коротких волн.

Особенности коротковолновых антенн. Настроенные и диапазонные вибраторные антенны. Многоэлементные синфазные горизонтальные антенны. Направленные КВ антенны с последовательным питанием.

Тема 2.8 Антенны средних, длинных и сверхдлинных волн.

Г- и Т- образные антенны. П-образные антенны и антенны с многими снижениями. Особенности антенн сверхдлинных волн. Антенны-мачты. Приемные антенны средних, длинных и сверхдлинных волн.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контро- ля знаний
		Лекции	Практиче- ские занятия	Семинарские занятия	Лаборатор- ные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Седьмой семестр								
1	Общая теория излучения и приема радиоволн	26			32			
1.1	Введение. Место и назначение антенн	2						Опрос
1.2	Электродинамические основы антенн	4			4			Опрос, защита л/р
1.3	Вибраторные антенны	4			4			Опрос, защита л/р
1.4	Теория связанных вибраторов	4			4			Опрос, защита л/р
1.5	Параметры антенн	2			4			Опрос, защита л/р
1.6	Антенны в режиме радиоприема	4			4			Опрос, защита л/р
1.7	Анализ линейных излучающих систем	2			4			Опрос, защита л/р
1.8	Вопросы синтеза линейных антенных систем	2			4			Опрос, защита л/р
1.9	Плоские излучающие раскрывы и решетки	2			4			Опрос, защита л/р
2	Типы антенн	22			32			
2.1	Вибраторные антенны СВЧ	4			4			Опрос, защита л/р
2.2	Щелевые антенны СВЧ	2			4			Опрос, защита л/р
2.3	Частотно-независимые антенны	2			4			Опрос, защита л/р
2.4	Направленные антенны бегущей волны	2			4			Опрос, защита л/р
2.5	Апертурные антенны	2			4			Опрос, защита л/р

2.6	Сканирующие антенные решетки	2			4			Опрос, защита л/р
2.7	Антенны коротких волн	4			4			Опрос, защита л/р
2.8	Антенны средних, длинных и сверхдлинных волн	4			4			Опрос, защита л/р
	Текущая аттестация							Экзамен
	Итого	48			64			

Библиотека ГГТУ им.П.О.Суворова

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Ерохин Г.А., Чернышев О.В. и др. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. – М.: Горячая Линия - Телеком. – 2007.
2. Гончаренко И.В. Компьютерное моделирование антенн. Все о программе MMANA. М. Радио Софт.– 2002.
3. Драбкин А.Л. Антенно-фидерные устройства. / А.Л. Драбкин, В.Л. Зузенко; Изд. «Советское радио» – Москва.– 1974. – 816с.
4. Фрадин А.З. Антенны сверхвысоких частот. / А.З. Фрадин; Изд. «Советское радио» – Москва. – 1957. – 647с.
5. Фрадин А.З. Антенно-фидерные устройства: [учеб. пособие для вузов]. – Москва. – 1977. – 440с.
6. Айзенберг Г.З. Антенны ультракоротких волн. / Г.З. Айзенберг. – М.: Изд. «Связь». – 1957. – 700с.
7. Кочержевский Г.Н. Антенно-фидерные устройства: учебю для вузов по спец. «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» / Г.Н. Кочержевский, Г.А. Ерохин, Н.Д. Козырев. – М.: Изд. «Связь». – 1989. – 350с.

Дополнительная литература

8. Уолтер К. Антенны бегущей волны. / К. Уолтер; Пер.с англ., под общ. ред. А.Ф. Чаплина; Изд. «Энергия» – Москва; 1970. – 448с.
9. Вендик О.Г. Антенны с немеханическим движением луча (введение в теорию)./ О.Г. Вендик ; Изд. «Советское радио» – Москва: 1965.– 368с.
10. Марков Г.Т. Антенны / Г.Т.Марков, Д.М.Сазонов; Изд. «Энергия» – Москва; 1957. – 528с.
11. Шубарин Ю.В. Антенные измерения на сверхвысоких частотах. (Антенный практикум) / Ю.В.Шубарин, А.Ф. Зоркин; Изд. Харьковского университета им. А.М.Горького – Харьков; 1962.– 170с.
12. Захарьев Л.Н. Методы измерения характеристик антенн СВЧ /Л.Н.Захарьев, А.А. Лиманский и др. Под ред. Н.М. Цейтлина – М.: Изд. «Радио и связь», 1985. – 368 с.
13. Слюсар В. И. Антенна: история радиотехнического термина. // Первая миля. Last mile (Приложение к журналу «Электроника: наука, технология, бизнес»). – 2011. – № 6. – С. 52 – 64.
14. Айзенберг Г.З. Коротковолновые антенны. / Г.З.Айзенберг, П.С.Белоусов и др. Под ред. Г.З. Айзенберга – М.: «Радио и связь». – 1985. – 536с.
15. Жук М.С. Проектирование антенно-фидерных устройств. /М.С.Жук, Ю.Б. Молочков. – М.: Изд. «Энергия», 1966. – 648с.
16. Жук М.С. Проектирование линзовых, сканирующих, широкодиапазонных антенн и фидерных устройств. / М.С.Жук, Ю.Б. Молочков. – М.: Изд. «Энергия», 1973. – 440с.
17. Зелкин Е.Г. Методы синтеза антенн: Фазированные антенные решетки и антенны с непрерывным раскрывом. / Е.Г. Зелкин, В.Г. Соколов. – М.: Изд. «Энергия», 1980. – 296с.
18. Минкович Б.М. Теория синтеза антенн. / Б.М. Минкович В.П. Яковлев. – М.: Изд. «Советское радио», 1969. – 294с.

Учебно-методические материалы

17. Вяхирев, Н. И.; Елисеева, О. А. Антенно-фидерные устройства. Лабораторный практикум по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» специализации 1-36 04 02 02 «Техника и средства электронной связи» дневной формы обучения: В 2 ч. – Ч. 1. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2011. – Режим доступа: <http://elib.gstu.by/handle/220612/1872> (м/уэ № 205).

18. Вяхирев, Н. И.; Елисеева, О. А. Лабораторный практикум для студентов специальности 1-36 04 02 «Промышленная электроника» специализации 1-36 04 02 02 «Техника и средства электронной связи» дневной формы обучения. В 2 ч. – Ч. 2. – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2013. – Режим доступа: <http://elib.gstu.by/handle/220612/1621> (м/уэ № 336).

Электронные учебно-методические комплексы

19. Мизгайлов, В. Н.; Вяхирев, Н. И.; Елисеева, О. А. Антенно-фидерные устройства: электронный учебно-методический комплекс дисциплины – Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2013. – Режим доступа: <http://elib.gstu.by/handle/220612/2624>.

список литературы вверен АМ (Ткачова И.В.)

Перечень компьютерных программ, наглядных пособий, методических материалов и технических средств обучения

20. Программа компьютерного моделирования проволочных антенн MMANA.

Примерный перечень тем лабораторных занятий

1. Измерения диаграммы направленности.
2. Измерения входных характеристик антенны.
3. Программа компьютерного моделирования MMANA.
4. Изучение характеристик симметричного вибратора.
5. Изучение характеристик директорной антенны.
6. Изучение характеристик рупорной антенны.
7. Изучение характеристик рамочной антенны.
8. Изучение характеристик логопериодической вибраторной антенны.
9. Изучение зеркальной антенны.

Технологии обучения

Для организации процесса изучения учебной дисциплины «Антенно-фидерные устройства» привлечены традиционные и инновационные образовательные технологии, ориентированные на формирование навыков самостоятельного и группового решения поставленных задач.

Лабораторные занятия проводятся с использованием персональных компьютеров и специальных отладочных комплектов. Контроль знаний проводится в ходе защиты лабораторной работы.

Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов организована в соответствии с Положением о самостоятельной работе студентов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» № 33, утвержденного ректором университета 14.10.2014.

Основными целями ее осуществления являются: активизация учебно-познавательной деятельности и формирование у студентов умений и навыков самостоятельного приобретения и практического применения знаний в области экономических и правовых аспектов предпринимательской деятельности в сфере промышленной электроники.

С учетом специфики и содержания учебной дисциплины «Антенно-фидерные устройства» предполагается использование следующих форм самостоятельной работы студентов:

- контролируемая самостоятельная работа (проведение исследований необходимых для выполнения лабораторных работ в аудитории под контролем преподавателя);
- управляемая самостоятельная работа (выполнение теоретических расчетов и моделирования устройств при опосредованном контроле и управлении со стороны преподавателя);
- собственно самостоятельная работа (подготовка к рубежному контролю знаний и текущей аттестации (экзамену), организованная студентом самостоятельно).

Для организации эффективной самостоятельной работы студентов используется учебно-методическое обеспечение дисциплины, включающее современные информационные ресурсы и технологии (электронный курс дисциплины).

Средства диагностики результатов учебной деятельности

Процедура диагностики результатов учебной деятельности студентов разработана и организована в соответствии с Образовательным стандартом высшего образования первой ступени. Ее компоненты представлены:

- требованиями к осуществлению диагностики (определение объекта диагностики, измерение степени соответствия учебных достижений студента требованиям Образовательного стандарта ОСВО 1-36 04 02-2013, оценивание результатов измерения на основе принятой шкалы оценок);
- шкалой оценок (оценка промежуточных и итоговых (экзаменационных) достижений студента производится по десятибалльной шкале в зависимости от количества и качества выполненных заданий, предусмотренных планом);
- критериями оценок, разработанными учреждением образования;
- инструментарием диагностики (выполнение и защита лабораторных работ, макетирование устройств (ПК-13, ПК-22, ПК-23);

Для диагностики соответствия учебных достижений студента предъявляемым требованиям используются типовые индивидуальные и лабораторные и

практические работы, тесты для контроля знаний (АК-1 – АК-9, СЛК-1 – СЛК-6).

Диагностика компетенций студента проводится в устной (ответы на занятиях, оценивание решения учебно-деловых ситуаций), письменной (контрольный опросы, письменное представление выполненных практических заданий, доклады и рефераты) и устно-письменной (зачет, экзамен) формах. (АК-1 – АК-7, АК-9, СЛК-1 – СЛК-6).

Итоговая диагностика компетенций студента проводится с использованием контрольных вопросов и заданий, а также зачета и экзамена (АК-1 – АК-7, АК-9, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-13, ПК-22, ПК-23).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Техническая электродинамика	ПЭ	нет	протокол №9 от 14.03.2016
Устройства сверхвысоких частот	ПЭ	нет	протокол №9 от 14.03.2016
Радиоприемные и радиопередающие устройства	ПЭ	нет	протокол №9 от 14.03.2016
Теория электросвязи	ПЭ	нет	протокол №9 от 14.03.2016