



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.1.01.05 Основы автоматизации проектирования антенных систем

(Шифр и полное название дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки: 11.04.01 Радиотехника

Направленность (профиль): Беспроводные технологии в радиотехнических системах и устройствах

Квалификация (степень): магистр

Форма обучения: очная

Институт: агробиотехнологий и технических систем

Кафедра: агроинженерии, мехатронных и радиоэлектронных систем

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	2		
Семестр/триместр	3		
Лекции	18		
Лабораторные занятия	36		
Практические (семинарские) занятия	36		
в т.ч. практическая подготовка			
Консультации	не предусмотрено		
Форма(ы) промежуточной аттестации	зачёт с оценкой		
Контроль	не предусмотрено		
Самостоятельная работа	54		

Всего часов: 144

Трудоемкость: 4 зачетных единиц.

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины:

Целями освоения дисциплины «Основы автоматизации проектирования антенных систем» являются теоретическая и практическая подготовка студентов для теоретических основ устройства техники трактов СВЧ, а также соответствующие измерительные приборы и устройства, уметь составлять из этих узлов принципиально новые конструкции устройств СВЧ, уметь объяснять их работу и правильно эксплуатировать.

Задачи изучения дисциплины:

Задачами изучения дисциплины «Основы автоматизации проектирования антенных систем» являются: формирование у студентов минимально необходимых знаний основных законов и принципов работы различных узлов трактов СВЧ и антенных устройств; ознакомление с физическими явлениями в устройствах СВЧ и антеннах, их использование при создании СВЧ устройств и антенн; выработка практических навыков экспериментального исследования антенных устройств и трактов СВЧ, расчета и проектирования, включая САПР, СВЧ устройств; ознакомление с основными видами антенн и устройств СВЧ, обеспечивающих функционирование сложных радиотехнических систем, комплексов.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений) блока Б1.

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

в результате изучения дисциплины у обучающегося формируются следующие компетенции: УК-1; УК-3; ПКС-1.

Код компетенции	Индикаторы компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	Знать: - методы критического анализа и оценки современных научных достижений; - основные принципы критического анализа.;	Знает: - методы критического анализа и оценки современных научных достижений; - основные принципы критического анализа.;
	Уметь: - анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; - осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; - определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке.	Умеет: - анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; - осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; - определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке.
	Владеть: - навыками разработки стратегии достижения поставленной цели как по-	Владеет: - навыками разработки стратегии достижения поставленной цели

	<p>следовательности шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности.</p>	<p>как последовательности шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности.</p>
<p>УК-3. Способен организовать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели</p>	<p>Знать: - правила командной работы; - необходимые условия для эффективной командной работы.</p>	<p>Знает: - правила командной работы; - необходимые условия для эффективной командной работы.</p>
	<p>Уметь: - планировать командную работу, распределять поручения и делегировать полномочия членам команды; - организовывать обсуждение разных идей и мнений; - предвидеть результаты (последствия) как личных, так и коллективных действий.</p>	<p>Умеет: - планировать командную работу, распределять поручения и делегировать полномочия членам команды; - организовывать обсуждение разных идей и мнений; - предвидеть результаты (последствия) как личных, так и коллективных действий.</p>
	<p>Владеть: - организацией и управлением командным взаимодействием в решении поставленных целей; - навыками создания команды для выполнения практических задач; - навыками разработки стратегии командной работы; - навыками преодоления возникающих в команде разногласий, споров и конфликтов на основе учета интересов всех сторон.</p>	<p>Владеет: - организацией и управлением командным взаимодействием в решении поставленных целей; - навыками создания команды для выполнения практических задач; - навыками разработки стратегии командной работы; - навыками преодоления возникающих в команде разногласий, споров и конфликтов на основе учета интересов всех сторон.</p>
<p>ПКС-1 Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стан-</p>	<p>Знать: - физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем; - принципы работы, возможности и ограничения современных пакетов прикладных программ для моделирования в радиотехнике.</p>	<p>Знает: - физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем; - принципы работы, возможности и ограничения современных пакетов прикладных программ для моделирования в радиотехнике.</p>

дартные пакеты прикладных программ	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем. - разрабатывать и реализовывать вычислительную модель заданного радиотехнического процесса в выбранной среде моделирования; - проводить многовариантные расчеты, параметрический анализ и моделирование для исследования влияния отдельных параметров на характеристики системы; - анализировать результаты моделирования, оценивать их корректность, формулировать содержательные выводы 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем. - разрабатывать и реализовывать вычислительную модель заданного радиотехнического процесса в выбранной среде моделирования; - проводить многовариантные расчеты, параметрический анализ и моделирование для исследования влияния отдельных параметров на характеристики системы; - анализировать результаты моделирования, оценивать их корректность, формулировать содержательные выводы
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники - навыками работы с профессиональными пакетами прикладных программ для компьютерного моделирования в радиотехнике; - методами интерпретации результатов моделирования и их презентации для обоснования принятых технических решений. 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники - навыками работы с профессиональными пакетами прикладных программ для компьютерного моделирования в радиотехнике; - методами интерпретации результатов моделирования и их презентации для обоснования принятых технических решений.

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	Раздел 1. «Способы работы программ проектирования антенн»	48	6	12	12	18
2.	Тема 1. «Способы	3	1		2	2

	моделирования антенн и устройств СВЧ»					
3.	Тема 2. «Метод моментов»	1	1		2	3
4.	Тема 3. «Программа MMANA»	1	1		2	3
5.	Тема 4. «Программы CST, HFSS»	5	1	2	2	3
6.	Тема 5. «Методы оптимизации, метод наименьших квадратов»	1	1	4	2	3
7.	Тема 6. «Алгоритм Гаусса — Ньютона»	1	1	4	2	1
8.	Тема 7. «Эволюционные методы оптимизации»	0		2		3
9.	Раздел 2. «Расчёт и проектирование антенн и антенных решёток»	37	6	8	8	15
10.	Тема 8. «Симметричный вибратор»	7	2			5
11.	Тема 9. «Несимметричный вибратор»	1	1			
12.	Тема 10. «Линейная антенная решётка»	6	1			5
13.	Тема 11. «Кольцевая антенная решётка»	17	1	8	8	0
14.	Тема 12. «Рупорная антенна»	6	1			5
15.	Раздел 3. «Расчёт и проектирование антенны с направленным излучением»	59	6	16	16	21
16.	Тема 13. «Теория микрополосковых отрезков»	14	2	4	8	
17.	Тема 14. «Микрополосковые антенны»	9		4		5
18.	Тема 15. «Система из двух согласованных микрополосковых антенн»	6	2	4		
19.	Тема 16. «Антенная решетка из n микрополосковых антенн»	14	2	4	8	
20.	Тема 17. «Широкополосные микрополоско-	5				5

	вые антенны»					
21.	Тема 18. «Система согласования на микроплосковых линиях»	5				5
22.	Тема 19. «Расчёт и влияния взаимного влияния вибраторов на излучение ар»	4				4
23.	Тема 20. «Логопериодическая антенна СВЧ»	2				2
24.	Контроль					
25.	Зачет с оценкой					
26.	Итого за <u>3</u> семестр	144	18	36	36	54
27.	ИТОГО:	144	18	36	36	54

Очно-заочная форма обучения (*не реализуется*)

Заочная форма обучения (*не реализуется*)

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценка освоения обучающимися содержания дисциплины (модуля) включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся.

Внутрисеместровая аттестация проводится в форме теста.

Типовой вариант теста

Как называется устройство, которое преобразует энергию токов ВЧ в энергию радиоволн с сохранением закона модуляции?

- а) Приемная антенна;
- б) Передающая антенна;
- в) Зеркальная антенна;
- г) Цифровая антенна.

Как называется устройство, которое совершает преобразование энергии радиоволн в энергию токов ВЧ?

- а) Приемная антенна;
- б) Передающая антенна;
- в) Зеркальная антенна;
- г) Цифровая антенна.

Для какого региона пространства обычно измеряется коэффициент усиления антенны?

- а) Ближняя зона
- б) Дальняя зона
- в) В точке питания антенны
- г) Везде.

Чему равен импеданс свободного пространства, который "ощущается" антенной?

- а) 50 Ом
- б) 75 Ом
- в) 16 пи (~50 Ом)
- г) 120 пи (~377 Ом).

Где находится приблизительная точка перехода между ближней зоной и дальней зоной?

- а) $\lambda / (2 \text{ пи})$
- б) λ .
- в) 5λ .
- г) 10λ .

Промежуточная аттестация обучающихся – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплинам (модулям) осуществляется в форме зачета с оценкой с использованием следующих оценочных материалов:

Примерная тематика рефератов

1. Обзор программного обеспечения для трёхмерного моделирования и оптимизации антенны и устройств СВЧ.
2. Обзор возможностей пакета Antenna Toolbox для трёхмерного моделирования и оптимизации антенны и устройств СВЧ.
3. Возможности применения программного обеспечения для трёхмерного моделирования антенн систем связи пятого поколения.
4. Способы моделирования интеллектуальных антенн в программе Network Simulator-2.
5. Сравнительный обзор возможностей и алгоритмов оптимизации антенн

Тестовые задания

Как называется программная среда для моделирования активных проводных антенн?

- а) OFDM.
- б) QPSK
- в) MMANA.
- г) Microcap.

A9. Какую функцию выполняет закладка "ДН" в программной среде для моделирования активных проводных антенн?

- д) Вычисление диаграммы направленности.
- е) Вычисление амплитудно-частотной характеристики
- ж) Вычисление коэффициента усиления.
- з) Вычисление спектра.

A10. Какую функцию выполняет закладка "КСВ" в программной среде для моделирования активных проводных антенн?

- а) Вычисление диаграммы направленности.
- б) Вычисление амплитудно-частотной характеристики
- в) Вычисление коэффициента усиления.

- г) Вычисление коэффициента стоячей волны.

Контрольные задания

1. Смоделировать проводную дипольную полуволновую антенну в программе MMANA для частоты 30 МГц.
2. Произвести расчёт проводной дипольной полуволновой антенны для частоты 900 МГц коммуникационной системы.
3. Постройте следующие графики диаграмм направленности? используя Octave для $-90^\circ < \theta < 90^\circ$: а) $\cos^4(\theta)$, б) $\sin^2(\theta)$ и в) $\sin^4(\theta)$.

Вопросы к зачету с оценкой (3 семестр, очная форма обучения)

1. Способы моделирования антенн и устройств СВЧ.
2. Метод моментов.
3. Программа MMANA.
4. Программы CST, HFSS.
5. Методы оптимизации, метод наименьших квадратов .
6. Алгоритм Гаусса — Ньютона.
7. Эволюционные методы оптимизации.
8. Симметричный вибратор.
9. Несимметричный вибратор.
10. Линейная антенная решётка.
11. Кольцевая антенная решётка.
12. Рупорная антенна
13. Теория микрополосковых отрезков.
14. Микрополосковые антенны.
15. Система из двух согласованных микрополосковых антенн .
16. Антенная решетка из n микрополосковых антенн.
17. Широкополосные микрополосковые антенны.
18. Система согласования на микрополосковых линиях.
19. Расчёт и влияния взаимного влияния вибраторов на излучение ар.
20. Логопериодическая антенна СВЧ.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

4.1. Основная литература

1. Соловьянова, И. П. Электродинамика и распространение радиоволн : учебник / И. П. Соловьянова, Ю. Е. Мительман, С. Н. Шабунин ; под общ. ред. И. П. Соловьяновой, Ю. Е. Мительмана ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020. – 414 с. : ил., табл. – (Учебник УрФУ). – Ре-

жим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699305>.

2. Расчет и измерение характеристик устройств СВЧ и антенн : учебное пособие / С. Н. Шабунин, Ю. Е. Мительман, Р. Р. Абдуллин, С. Г. Сычугов ; под общ. ред. Ю. Е. Мительмана ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. – 143 с. : схем., ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=689038>

3.

4.2. Дополнительная литература

1. Буянов, Ю.И. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : учебное пособие / Ю.И. Буянов, Г.Г. Гошин ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : ТУСУР, 2013. – 300 с. : ил., табл., схем. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480512>.
2. Гошин, Г.Г. Устройства СВЧ и антенны : учебное пособие / Г.Г. Гошин. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – Ч. 2. Антенны. – 160 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208588>.
3. Зырянов, Ю.Т. Антенны : учебное пособие / Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2014. – 128 с. : ил. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=278016>.

У. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://www.cqham.ru	Технический портал радиолюбителей России	Свободный доступ.
2.	http://www.lan23.ru/	Информационный некоммерческий портал беспроводных коммуникаций. Обзор аппаратных и программных средств сетей Wi-Fi. Вардрайвинг.	http://www.lan23.ru/
3.	http://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система.	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к

			сети Интернет
--	--	--	---------------

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.
- Octave - свободная система для математических вычислений. Срок действия лицензии: бессрочно.
- Micro-Cap — SPICE-подобная программа для аналогового и цифрового моделирования электрических и электронных цепей с интегрированным визуальным редактором. Имеется бесплатная студенческая версия (demo).
- MMANA-GAL - это программа для расчета и анализа антенн методом моментов. Срок действия лицензии: бессрочно.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лаборатория антенной техники (учебная аудитория №010) для проведения учебных занятий.

Перечень основного оборудования:

Стойка УРПС, типовой комплект учебного оборудования "Радиоавтоматика - линейные непрерывные системы" РА-ЛНС-МРЦ; любительская радиостанция YAESU FT-950, осциллографы «Мегеон 15010», С 1-65, С1-68, С1-49, С1-83, С1-55,

генераторы низких частот ГЗ-118, ГНЧШ, генератор высоких частот Г4-102, Г4-116, Г4-153, генераторы прямоугольных импульсов Г5-48, Г5-54, Г6-46, вольтметры цифровые В7-4015, В7-30, В7-38, частотомеры ЧЗ-33, ЧЗ-63, ЧЗ-7; измеритель нелинейных искажений С6-11.