

ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.01.16.ДВ.02.01 Радиосистемы с антенными решетками и телекоммуникации

**Направление подготовки:** 11.03.01 Радиотехника

**Направленность (профиль):** Системы радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа

**Квалификация (степень):** бакалавр

**Форма обучения:** очная, очно-заочная

**Институт:** математики, естествознания и техники

**Кафедра:** физики, радиотехники и электроники

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	4	5	-
Семестр/триместр	8	D	-

Лекции	22	6	-
Лабораторные занятия		6	-
Практические (семинарские) занятия	22		-
в т.ч. практическая подготовка		-	
Консультации	-	-	-
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачёт	Зачёт	-
Контроль			-
Иные формы работы	-	-	-
Самостоятельная работа	28	60	-

**Всего часов:** 144

**Трудоемкость:** 4 зачетных единиц.

Разработчик(и) рабочей программы:

кандидат физико-математических наук, доцент \_\_\_\_\_ Пешков И.В.

## I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

**Цель изучения дисциплины:** получение студентами математических основ представления и обработки дискретных сигналов антенных решеток. Практических навыков по основам анализа, построения систем представления, преобразования цифровых дискретных сигналов антенных решеток.

**Задачи изучения дисциплины:** изучение теоретических основ и практического приложения представления сигналов антенных решеток в дискретные моменты времени.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** Дисциплина Б1.В.01.16.ДВ.02.01 «Радиосистемы с антенными решетками и телекоммуникации» реализуется в рамках модуля 5 «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов» части ОПОП, формируемой участниками образовательных отношений.

### Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПКС-1 Способен к техническому обслуживанию, настройке и эксплуатации систем радиосвязи, настройке программных средств, используемых при техническом обслуживании и эксплуатации систем радиосвязи	Знать: - основы теории функционирования систем радиосвязи; - характеристики, принцип действия, конструкцию сложных функциональных узлов систем радиосвязи; - теорию и практику эксплуатации систем радиосвязи.	Знает: - основы теории функционирования радиотехнических систем с антенными решетками с электронным сканирование луча; - характеристики, принцип действия, конструкцию сложных функциональных узлов радиотехнических комплексов и устройств с антенными решетками с электронным сканирование луча; - теорию и практику эксплуатации радиотехнических комплексов и устройств с антенными решетками с электронным сканирование луча.

	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- монтировать и настраивать составные части систем радиосвязи;</li> <li>- осуществлять выбор программных средств используемых при техническом обслуживании и эксплуатации систем радиосвязи;</li> <li>- проводить мониторинг технического состояния систем радиосвязи по основным показателям.</li> </ul>	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- монтировать и настраивать составные части радиотехнических комплексов и устройств с антенными решетками с электронным сканирование луча;</li> <li>- проводить мониторинг технического состояния радиотехнических комплексов и устройств с антенными решетками с электронным сканирование луча по основным показателям излучаемой мощности и точности сканирования.</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками регулировки и мониторинга технического состояния систем радиосвязи;</li> <li>- навыками настройки программных средств, используемых при техническом обслуживании и эксплуатации систем радиосвязи;</li> <li>- навыками использования контрольно-измерительного оборудования для диагностики состояния систем радиосвязи.</li> </ul>	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками регулировки и мониторинга технического состояния радиотехнических комплексов и устройств с антенными решетками с электронным сканирование луча;</li> <li>- навыками настройки программных средств, используемых при техническом обслуживании и эксплуатации радиотехнических комплексов и устройств с антенными решетками с электронным сканирование луча;</li> <li>- навыками использования контрольно-измерительного оборудования для диагностики состояния радиотехнических комплексов и устройств с антенными решетками с электронным сканирование луча.</li> </ul>
<p>ПКС-2</p> <p>Способен к контролю работоспособности, техническому обслуживанию систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы работы, устройство, технические возможности контрольно-измерительного и диагностического оборудования;</li> <li>- методы и средства контроля технического состояния систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа.</li> </ul>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы работы и устройство таких измерительных приборов как, осциллограф, частотомер, а также анализатор спектра;</li> <li>- способы измерения токов, напряжения, сопротивления, а также амплитудно-частотных характеристик и диаграмм направленности систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа.</li> </ul>
	<p>Уметь:</p>	<p>Умеет:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать контрольно-измерительное оборудование для контроля работоспособности систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа</li> <li>- осуществлять поверку технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт;</li> <li>- диагностировать и оценивать техническое состояние систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа</li> <li>- устранять неисправности, приводящие к возникновению неработоспособного состояния систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать такие измерительные приборы как, осциллограф, частотомер, а также анализатор спектра;</li> <li>- осуществлять измерения таких величин, напряжения, сопротивления, а также амплитудно-частотных характеристик, и диаграмм направленности систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа;</li> <li>- оценивать состояние систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа на основе измеренных параметров;</li> <li>- устранять простые неисправности линейных и нелинейных цепей систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа.</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками устранения неисправностей, возникших в процессе эксплуатации систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа,</li> <li>- навыками проверки функционирования систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа после проведения ремонтных работ.</li> </ul>	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками устранения простых неисправностей линейных и нелинейных цепей систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа;</li> <li>- навыками проверки состояния систем радиосвязи на основе измерения основных параметров линейных и нелинейных цепей.</li> </ul>

## 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.	<b>Раздел 1</b> Основы радиопеленгации.	20	7	4		9
2.	Тема 1. Антенные решетки	0,5	0,5			
3.	Тема 2. Представление сигналов.	0,5	0,5			
4.	Тема 3. Фазированные антенны.	6	2	4		
5.	Тема 4 Метод Кейпона.	2	2			
6.	Тема 5. Сверхразрешение.	2	2			
7.	<b>Раздел 2</b> Основы диаграммообразования	11	5	6		
8.	Тема 6. Синфазное сложение.	6	2	4		
9.	Тема 7. Формирование нулей.	4	2	2		
10.	Тема 8. Адаптивное диаграммообразование.	1	1			9
11.	<b>Раздел 3</b> ММО	41	10	12		19
12.	Тема 9. Антенна с самым мощным сигналом.	11	2			9
13.	Тема 10. Комбинирование с максимальным сигналом.	16	4	12		
14.	Тема 11. Пространственное мультиплексирование.	14	4			10
15.	Контроль					
16.	Консультации					
17.	Форма отчетности: зачёт					
18.	Итого за 8 семестр	72	22	22		28
19.	в т.ч. практическая подготовка					
20.	<b>ИТОГО:</b>	72	22	22		28

### Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
21.	<b>Раздел 1</b> Основы радиопеленгации.	19	2	-	2	15
22.	Тема 1. Антенные решетки	4	2		2	
23.	Тема 2. Представление сигналов.	5				5
24.	Тема 3. Фазированные антенны.	5				5
25.	Тема 4 Метод Кейпона.	2				2
26.	Тема 5. Сверхразрешение.	3				3
27.	<b>Раздел 2</b> Основы диаграммообразования	19	2		2	15
28.	Тема 6. Синфазное сложение.	5	2		2	1
29.	Тема 7. Формирование нулей.	7				7
30.	Тема 8. Адаптивное диаграммообразование.	7				7
31.	<b>Раздел 3</b> ММО	34	2		2	30
32.	Тема 9. Антенна с самым мощным сигналом.	4	2		2	
33.	Тема 10. Комбинирование с максимальным сигналом.	10				10
34.	Тема 11. Пространственное мультиплексирование.	20				20
35.	Контроль					
36.	Консультации					
37.	Форма отчетности: зачёт					
38.	Итого за <u>D</u> триместр	72	6		6	60
39.	в т.ч. практическая подготовка					
40.	<b>ИТОГО:</b>	72	6		6	60

**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

**Какой тип антенны обычно имеет наибольший коэффициент направленного действия?**

- а) Четвертьволновая штыревая антенна.
- б) Укороченный свернутый диполь.
- в) Волновой канал.
- г) Антенная решётка.

**Как называется антенная решетка, если фазовые центры излучателей расположены в одной оси?**

- а) Линейной
- б) кольцевой.
- в) треугольной.
- г) прямоугольной

**Как называется антенная решетка, если фазовые центры излучателей расположены по окружности?**

- а) Линейной
- б) кольцевой.
- в) треугольной.
- а) прямоугольной

**Какая из этих формул дает фазовый сдвиг системы из двух излучателей в одной плоскости?**

- а)  $\psi = kd \cos \phi$ .
- б)  $\psi = kd \sin \phi$ .
- в)  $\psi = kd \tan \phi$ .
- г)  $\psi = kd \cot \phi$ .

**Как называется антенная решётка, направление излучения и (или) форма диаграммы направленности которой регулируются изменением фазы токов?**

- а) Линейной
- б) фазированная.
- в) амплитудная.
- а) прямоугольной.

**Что означает дБи, наиболее часто используемая величина для антенной техники , коэффициент усиления (КНД)?**

- а) Децибел изоляции.
- б) Изометрическое излучение в децибелах
- в) Усиление в децибелах относительно изотропного излучателя.
- г) Внутреннее усиление в децибелах.

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

#### Вопросы к зачету

( 8 семестр, очная обучения)

#### Вопросы к зачету

(II триместр очно-заочная обучения)

1. Антенные решетки.
2. Линейные антенные решетки,
3. Кольцевые антенные решетки.

4. Представление сигналов.
5. Математическая модель сигналов антенных решеток.
6. Свойства сигналов антенн.
7. Статистические и математические зависимости при различных ситуациях
8. Фазированные антенны. Определение азимута по амплитуде
9. Определение азимута по мощности сигнала
10. Метод Кейпона. Преимущества и недостатки
11. Сверхразрешение.
12. Метод Теплового шума
13. MUSIC.
14. Синфазное сложение. Недостатки и преимущества
15. Формирование нулей. Подавление помех и шума.
16. Адаптивное диаграммообразование.
17. Метод наименьших квадратов.
18. Антенна с самым мощным сигналом.
19. Распределение сигналов в антеннах пространственного разнесения
20. Комбинирование с максимальным сигналом.
1. Пространственное мультиплексирование.

#### **IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **4.1. Основная литература**

1. Голиков, А.М. Кодирование и шифрование информации в системах связи: курс лекций, компьютерный практикум, задание на самостоятельную работу / А.М. Голиков ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : ТУСУР, 2016. – Ч. 1. Кодирование. – 327 с. : ил., табл., схем. – (Учебная литература для вузов). – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480777> (дата обращения: 01.09.2020)
2. 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> (дата обращения: 01.09.2020)

##### **4.2. Дополнительная литература**

1. 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> (дата обращения: 01.09.2020)



2. 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> (дата обращения: 01.09.2020)
3. Современные алгоритмы обработки пространственно-временных сигналов в сетях связи : учебное пособие : / В.П. Федосов, В.В. Воронин, С.В. Кучерявенко и др. ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2019. – 99 с. : ил., табл., схем. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577755> (дата обращения: 01.09.2020)
4. Гельбух, С. С. Сети ЭВМ и телекоммуникации. Архитектура и организация : учебное пособие / С. С. Гельбух. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 208 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118646>

#### **V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	<a href="http://www.dsplib.ru/">http://www.dsplib.ru/</a>	Теория и практика цифровой обработки сигналов	Свободный доступ.
2.	<a href="http://www.lan23.ru/">http://www.lan23.ru/</a>	Информационный некоммерческий портал беспроводных коммуникаций. Обзор аппаратных и программных средств сетей Wi-Fi. Вардрайвинг.	<a href="http://www.lan23.ru/">http://www.lan23.ru/</a>
3.	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>	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.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	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.	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ

## **VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

При реализации учебной дисциплины применяется следующее 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**

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, оснащенных: Ноутбук LenovoB50-30; Мультимедийный проектор BenQMW571; Стенд по электроизмерениям НТЦ-08.100; комплект типового лабораторного

оборудования «Основы метрологии и электрические измерения» ; ОМЭИ.001 РБЭ; лабораторный стенд РТЦС1-Н-К «Радиотехнические цепи и сигналы»; мультиметры, вольтметры, амперметры, частотомеры, магазины сопротивлений, источники питания на 12 В, штангенциркули, микрометры, угломеры. глубиномеры, индикаторы часового типа, отвертки.

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.