

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт электронных и информационных систем

Кафедра радиосистем



С.И. Эминов
2017 г.

ТЕОРИЯ И ТЕХНИКА РАДИОЛОКАЦИИ И РАДИОНАВИГАЦИИ

Учебный модуль по направлению подготовки

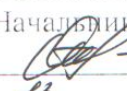
11.04.01- Радиотехника

Профиль – Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов

Рабочая программа

СОГЛАСОВАННО

Начальник учебного отдела

 О.Б. Широколова
13. 04. 2017 г.

Разработал

профессор кафедры РС

 Н.Е. Быстров
11 03 2017 г.

Принято на заседании кафедры РС

Протокол № 110 от 03.04 2017 г.

Заведующий кафедрой РС

 И.Н. Жукова

1 Цели и задачи учебной дисциплины

Научные разработки радиолокационной и радионавигационной техники различного назначения базируются на современных математических методах анализа и синтеза сигналов, а также методах их оптимального приема и обработки, обеспечивающих наивысшую эффективность проектируемых систем. Деятельность разработчиков радиотехнических систем и комплексов немыслима без применения методов статистической радиотехники, многие разделы которой непосредственно связаны с развитием радиолокационной и радионавигационной техники. Статистическая теория радиотехники позволяет оценить предельные значения основных параметров радиолокационных и радионавигационных систем и найти оптимальные технические решения для приближения к этим значениям. Освоение материала дисциплины позволит студентам изучить принципы и методы измерения дальности, угловых координат, скорости и других параметров движения объектов, а также устройства первичной и вторичной обработки радиолокационной и радионавигационной информации.

Целью учебного модуля (УМ) является ознакомление студентов с профессиональной деятельностью в сфере разработки, исследования и эксплуатации радиолокационной и радионавигационной техники.

Задачами дисциплины является подготовка магистрантов, которые должны:

- иметь представление о состоянии и тенденциях развития радиолокационных и радионавигационных систем, использующих принципы современных математических методов обработки информации;
- знать основные положения современной теории радиолокации и радионавигации, обеспечивающие оптимизацию процедур приема и обработки сигналов;
- знать методы и устройства измерения дальности, угловых координат, скорости и других параметров движения объектов;
- освоить методы и устройства борьбы с активными и пассивными помехами.
- выбирать, модифицировать существующие и разрабатывать новые математические методы формирования и обработки радиолокационных и навигационных сигналов.

Освоение материала дисциплины позволит студентам научиться устанавливать взаимосвязи тактических и технических параметров и характеристик в радиолокационных и радионавигационных системах с учетом реальных условий проектирования, производства и эксплуатации аппаратуры.

Приобретенные знания и умения (компетенции) позволят магистрам находить общий язык при работе в коллективе с проектировщиками, технологами и эксплуатационщиками радиолокационной и радионавигационной аппаратуры. Кроме того, дисциплина знакомит с тенденциями развития теории радиолокации и радионавигации и с перспективами создания новых образцов радиолокационных и радионавигационных средств.

2 Место дисциплины в структуре ОП направления подготовки

Учебный модуль «Теория и техника радиолокации и радионавигации» по направлению подготовки 11.04.01- Радиотехника, профиль – Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов входит в раздел БО.В.2.

Для изучения модуля используются знания, полученные при изучении всех дисциплин профессионального цикла бакалавриата. Освоение учебного модуля необходимо для успешного прохождения производственной и научно-исследовательской практик, научно-исследовательской работы в семестре и результативной итоговой аттестации.

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);
- готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ (ПК-7).

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ОПК-4	Базовый	в области передачи, приема и обработки сигналов, принципах построения и применения радиотехнических систем и устройств различного назначения	применять методы передачи, приема и обработки сигналов в профессиональной деятельности	современными методами обработки сигналов, технологиями проектирования и разработки радиотехнических систем и устройств различного назначения.
ПК-7	повышенный	- назначения и специфики применения разрабатываемого проекта перечня показателей качества разрабатываемого проекта требований стандартов ЕСКД, ЕСТП к содержанию технического задания на выполнение проектных работ;	- аккумулировать теоретические сведения для решения задач проектирования - обобщить опыт разработки аналогов и определить цели и показатели назначения разработки, - оценить степень эффективности разработки	средствами подготовки технических заданий на выполнение проектных работ с учетом требований стандартов ЕСКД, ЕСТП

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		1 сем.	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕ)	6	6	ОПК-4, ПК-7
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	216	216	
Теория и техника радиолокации и радионавигации:	180	180	
- лекции	9	9	
- практические занятия	36	36	
- лабораторные работы	-	-	
- в т.ч. аудиторная СРС	9	9	
- внеаудиторная СРС (вкл. экз)	171	171	
Аттестация:			
- экзамен			

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

4.2.1 Обнаружение и измерение параметров сигналов радиотехнических систем при воздействии аддитивного нормального шума:

- Синтез оптимального обнаружителя детерминированных сигналов.
- Синтез оптимального обнаружителя сигналов со случайной начальной фазой.
- Синтез оптимального обнаружителя сигналов со случайной амплитудой и начальной фазой. Оптимальное оценивание параметров сигнала.
- Синтез устройств измерения временной задержки сигналов.
- Синтез устройств измерения частоты сигналов.
- Синтез устройств измерения времени запаздывания и частоты сигналов.

4.2.2 Основы теории разрешения сигналов:

- Разрешение сигналов по времени запаздывания.
- Разрешение сигналов по времени и частоте.
- Частотно-временная функция неопределенности.
- Частотно-временная ФН прямоугольного радиоимпульса.
- Частотно-временная ФН радиоимпульса с линейной частотной модуляцией.
- Особенности частотно-временной ФН сложных дискретных сигналов.
- Анализ ФН дискретных фазоманипулированных сигналов.
- Влияние боковых лепестков ФН на разрешение сигналов

4.2.3 Синтез сложных дискретных сигналов:

- Синтез бинарных M–последовательностей.
- Синтез бинарных последовательностей Лежандра и Якоби.
- Подавление боковых лепестков ПАКФ бинарных последовательностей.
- Синтез троичных последовательностей с идеальной периодической АКФ.

4.2.4 Время - частотные характеристики пассивных помех:

- Спектр отражений при облучении земной поверхности.
- Модель отражений от подстилающей поверхности.
- Анализ функций рассеяния .

4.2.5 Методы защиты от пассивных помех:

- Селекция движущихся целей на основе эффекта Доплера.
- Аналоговая и цифровая фильтрация в системах СДЦ.
- Импульсно-доплеровские РЛС.
- Структура спектров отраженных сигналов от земной поверхности в режимах ВЧП, СЧП и НЧП. Особенности обработки сигналов

4.2.6 Радиолокационные системы с синтезированием апертуры:

- Формирование траекторного сигнала.
- Методы обработки траекторного сигнала.
- Функциональная схема квазиоптимальной обработки сигналов.

4.3 Организация изучения учебного модуля

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра, рубежный – на 9 неделе семестра, и семестровый (в виде экзамена) – по окончании изучения УМ.

Рубежная аттестация на 9 неделе проводится по результатам рубежного контроля. Пороговому уровню соответствует **63** баллов, максимальное количество баллов – **125**.

На экзамен выносятся вопросы и задания по всем учебным элементам. Максимальное количество баллов, получаемое на экзамене, – **50**. Максимальное количество баллов по модулю – **300**.

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б). Паспорта компетенций представлены в приложении В.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников» от 25.06.2013. В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: разноуровневые задачи моделирования процессов научных исследований и экзаменационные билеты.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение В).

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для осуществления образовательного процесса по модулю используется лекционная аудитория, оборудованная мультимедийными средствами.

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта

В – Карта учебно-методического обеспечения УМ

Приложение А
(обязательное)

**Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля
«Теория и техника радиолокации и радионавигации»**

Учебный модуль содержит шесть учебных элементов (разделов). В рамках модуля предусмотрены практические занятия.

В таблице А.1 отражены разделы модуля, технологии и формы проведения занятий, задания по самостоятельной работе студента и ссылки на необходимую литературу. Содержание разделов представлено в п. 4.2 рабочей программы модуля.

А.1 Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Теоретическая часть модуля направлена на формирование системы знаний о радиолокационных и радио навигационных системах. Основное содержание теоретической части излагается преподавателем на лекциях, а также усваивается студентом при знакомстве с дополнительной литературой, которая предназначена для более глубокого овладения знаниями основных дидактических единиц соответствующего раздела и указана в таблице А.1. Рекомендуется осуществлять текущий контроль освоения теоретического материала путем обсуждения пройденного материала и в ходе постановки задачи практикума.

Экзамен по УМ содержит только теоретическую часть. Теоретическая часть проводится в форме устных ответов на вопросы билета.

А.2 Методические рекомендации по практическим работам

Цель практических работ – формирование у студентов умений и навыков компьютерного моделирования алгоритмов формирования и обработки радиолокационной и навигационной информации. Практические работы выполняются в виде комплексного индивидуального задания по каждому из теоретических разделов.

Практические работы строятся следующим образом:

- 20% аудиторного времени отводится на обсуждение пройденного теоретического материала, и лежащего в основе практической работы, объяснение выполнения задания;
- 70% аудиторного времени – самостоятельное выполнение практической работы студентами;
- 10% аудиторного времени в конце текущего занятия – разбор типовых ошибок.

Перечень практических занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование темы практических занятий, в том числе аудит. СРС.	Трудо-емкость(час.)
1.	1	Исследование корреляционного приемника с неизвестной фазой	6
2.	2	Исследование точности оценки дальности и скорости целей при корреляционной обработке радиосигналов с неизвестной фазой	6
3.	3	Исследование разрешающей способности по дальности и скорости в зависимости от параметров и видов модуляции сигналов	6
4.	4	Изучение метода синтеза бинарных М-последовательностей и анализ спектрально-корреляционных характеристик ФМ-сигналов	6
5.	5	Исследование характеристик отражений от подстилающей поверхности в зависимости от дальности и скорости носителя.	6
6.	6	Анализ режимов ВЧП, СЧП и НЧП	6

А.3 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

Аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа студентов включает в себя углубленное изучение пройденного теоретического материала, разработку программных моделей для исследования алгоритмов формирования и обработки радиолокационных и навигационных сообщений в рамках выполнения индивидуального задания и подготовку к экзамену.

А.4 Вопросы в экзамену

- Что такое радиолокационный сигнал и какую информацию о цели он содержит?
- Почему обнаружение и различение сигналов являются задачами проверки гипотез?
- Каким образом критерий Байеса связан с критериями идеального наблюдателя, минимума суммы условных вероятностей ошибок, Неймана - Пирсона?
- Что такое ложная тревога и пропуск цели. Составляют ли ложная тревога и пропуск полную группу событий?
- В чем разница между априорной и апостериорной вероятностями гипотез?
- В чем отличие функции и отношения правдоподобия при различении и обнаружении сигналов на фоне аддитивного нормального шума?
- В каком смысле оптимальны и как соотносятся друг с другом правила МАВ и МП?
В чем достоинство оценки по максимуму правдоподобия?
- Какие из следующих параметров сигнала являются неэнергетическими: начальная фаза, центральная частота спектра, амплитуда, время запаздывания, длительность, девиация частоты, период повторения импульсов в пакете, индекс угловой модуляции?
- В чем принципиальное отличие априорной и апостериорной ПВ?
- Какой качественный смысл вкладывается в понятие ФН?
- Чем отличаются простые и сложные сигналы? Назовите виды сложных сигналов.
- Дайте понятие эффективности системы СДЦ?
- Назовите основные методы повышения эффективности селекции движущихся целей.
- Какие задачи ставятся перед радиолокацией?
- В чем отличие активного и полуактивного методов радиолокации?
- По каким признакам классифицируют радиолокационные и навигационные системы?
- Назовите виды радиолокационной информации и способы их получения.
- Дайте понятие радиолокационных целей: сосредоточенные, распределенные и объемно-распределенные и поверхностно-распределенные.
- Назовите тактические и технические характеристики РЛС.
- Опишите импульсный, частотный и фазовый методы измерения дальности.

А.5 Примеры индивидуальных заданий:

- Определить по заданным тактическим характеристикам технические параметры радиотехнической системы по заданному варианту.
- Выполнить энергетический расчет РЛС обнаружения по заданному варианту.
- Изучить и описать методы измерения дальности.
- Изучить и описать доплеровские методы измерения скорости.
- Изучить и описать методы селекции сигналов движущихся целей на основе эффекта Доплера.

- Выбрать и обосновывать тип модуляции зондирующего сигнала, рассчитать его параметры и функцию неопределенности по заданному варианту.
- Произвести расчет дальности действия радиолокатора по заданному варианту. Рассчитать и построить характеристики обнаружения по заданному варианту.
- Разработать и описать функциональную схему обнаружителя отраженного сигнала.
- Разработать и описать функциональную схему импульсного радиодальномера.
- Разработать и описать функциональную схему частотного радиодальномера.
- Разработать и описать функциональную схему фазового радиодальномера.
- Разработать и описать функциональную схему суммарно-разностного моноимпульсного радиопеленгатора.
- Разработать и описать функциональную схему устройства подавления пассивных помех.

Образец экзаменационного билета

Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого Кафедра <u>«Радиосистем»</u> БИЛЕТ № 1 Учебный модуль 11.04.01- Радиотехника Дисциплина «Теория и техника радиолокации и радионавигации» 1. Обнаружение сигналов при воздействии аддитивного нормального шума 2. Синтез бинарных M–последовательностей Одобрено на заседании кафедры _____ УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой РС _____
--

А.6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. П. А. Бакулев. Радиолокационные системы. Учебник для вузов. –М.: «Радиотехника», 2007. - 375с.
2. П. А. Бакулев, А.А. Сосновский. Радионавигационные системы. Учебник для вузов. –М.: «Радиотехника», 2005. - 224с.
3. Радиотехнические системы. Учебник / Под ред. Ю.М. Казаринова, М. : Академия. 2008, -589 с.

б) дополнительная литература

4. Дудник П.И. Многофункциональные радиолокационные системы.: учеб. пособие для вузов; под ред. Б. Г. Татарского. – М.: Дрофа, 2007.-283 с.
5. Ипатов В.П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения / Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2007 г.
6. Задачник по курсу «Радиолокационные системы». Учебное пособие для вузов. /П.А. Бакулев, А.А. Сосновский, Г.А. Волкова и др.; под ред. П.А. Бакулева и А.А. Сосновского.- М.: Радиотехника, 2007. – 207с

Приложение Б
(обязательное)
Технологическая карта
учебного модуля «Теория и техника радиолокации и радионавигации»
семестр 1, ЗЕТ 6, вид аттестации экзамен, акад.часов 216, баллов рейтинга 300

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ неде- ли сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успеv. (в соотv. с паспортом ФОС)	Максим . кол-во баллов рейтинг а
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСР С			
1 Обнаружение и измерение параметров сигналов радиотехнических систем при воздействии аддитивного нормального шума	1-3	3	6		2	20	Лекция, практическое занятие	40
2 Основы теории разрешения сигналов	4-6	2	7		2	23	Лекция, ПЗ	40
3 Синтез сложных дискретных сигналов	7-9	2	7		2	23	Лекция, ПЗ	40
4 Время - частотные характеристики пассивных помех	10-12	2	4		1	23	Лекция, ПЗ	40
5 Методы защиты от пассивных помех	13-15	-	6		1	23	Лекция, ПЗ	40
6 Радиолокационные системы с синтезированием апертуры	16-18	-	6		1	23	Лекция, ПЗ	50
Семестровый контроль	сессия					36	экзамен	50
Итого:		9	36		9	171		300

Критерии оценки качества освоения студентами модуля (в соответствии с Положением «О фонде оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации выпускников» от 25.06.2013 № 9):

- оценка «удовлетворительно» – от 180 до 209 баллов

- оценка «хорошо» – от 210 до 269 баллов

- оценка «отлично» – от 270 до 300 баллов

Приложение В
(обязательное)
Паспорта компетенций

Способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		3	4	5
Базовый уровень	Приобретение знаний в области передачи, приема и обработки сигналов, принципах построения и применения радиотехнических систем и устройств различного назначения	Отсутствует четкое представление об объеме знаний, которые можно и нужно освоить для решения практических задач. Испытывает трудности в применении самостоятельно приобретенных знаний и умений в практической деятельности в своей предметной области	Проявляет стремление к определению и самостоятельному освоению знаний, умений и навыков, необходимых в практической деятельности в своей предметной области	Обладает способностью определять и осваивать знания, умения и навыки, необходимые в практической деятельности в своей предметной области
	Умение применять методы передачи, приема и обработки сигналов в профессиональной деятельности			
	Владение современными методами обработки сигналов, технологиями проектирования и разработки радиотехнических систем и устройств различного назначения.			

Готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ (ПК-7)

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		3	4	5
Повышенный уровень	Знание назначения и специфики применения разрабатываемого проекта перечня показателей качества разрабатываемого проекта требований стандартов ЕСКД, ЕСТП к содержанию технического задания на выполнение проектных работ;	При определении цели, осуществлении постановки задач проектирования, подготовке частного технического задания на проектирования в рамках выполнения индивидуальных заданий повышенной сложности допускаются грубые погрешности	Уровень знаний, умений и навыков позволяет определить цели, осуществить постановку задач проектирования, подготовить частное техническое задание на проектирования в рамках выполнения индивидуальных заданий повышенной сложности, однако с некоторыми неточностями	Уровень знаний, умений и навыков позволяет точно определить цели, осуществить корректную постановку задач проектирования, подготовить частное техническое задание на проектирования в рамках выполнения индивидуальных заданий повышенной сложности
	Умение - аккумулировать теоретические сведения для решения задач проектирования - обобщить опыт разработки аналогов и определить цели и показатели назначения разработки, - оценить степень эффективности разработки			
	Владение средствами подготовки технических заданий на выполнение проектных работ с учетом требований стандартов ЕСКД, ЕСТП			

Приложение Г
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

Дисциплина: Теория и техника радиолокации и радионавигации

Специальность (направление): 11.04.01-Радиотехника

Форма обучения очная

Всего часов 216 из них: ауд.СРС 9, лекций 9, практ. зан. 36, лаб. раб. -, внеауд.СРС 171

Факультет ИЭИС Кафедра РС семестр 1

Таблица 1-Обеспечение дисциплины учебными изданиями

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
Радиотехнические системы. Учебник / Под ред. Ю.М. Казаринова, -М. : Академия.. 2008, -589 с.	31	
Многофункциональные радиолокационные системы.: учеб. пособие для вузов; под ред. Б. Г. Татарского. - М.: Дрофа, 2007. -283 с.	10	
Ипатов В.П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения / Пер. с англ. - М.: Техносфера, 2007. -487 с.	7	
Учебно-методические издания		
1 Теория и техника радиолокации и радионавигации [электронный ресурс]: рабочая программа учебного модуля 11.04.01 – «Радиотехника» /Сост. Н.Е.Быстров; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – В.Новгород, 2016. – 19 с. Режим доступа: http://novsu.ru .	-	Режим доступа: http://novsu.ru .

Таблица Г.2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, Интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
1 Программный комплекс «МВТУ» (Моделирование в технических устройствах)	www.exponenta.ru	
2 LabVIEW в научных исследованиях	www.labview.ru	
3 Электронный учебник по статистике StatSoft	www.statsoft.ru	

Таблица 3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1. Гантмахер В. Е. Шумоподобные сигналы. Анализ, синтез, обработка. - СПб. : Наука и техника, 2005. - 396с.	40	
2 Быстров Н. Е. Методы режекции пассивных отражений в РЛС с квазинепрерывным режимом излучения и приема псевдослучайных сигналов с амплитудно-фазовой манипуляцией : монография / Быстров Н. Е., Жукова И. Н., Чеботарев С. Д. ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2016. – 135с.	10	

Действительно для учебного года 2017 / 2018

Заведующий кафедрой РС

[Подпись]

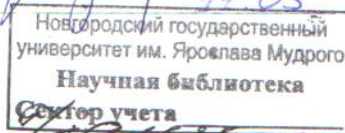
11.03.

2017 г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

М. Библиот.



Колпинна Н. А.