

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени В.Ф. УТКИНА

Кафедра «Радиотехнические устройства»

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Директор института
магистратуры и аспирантуры


О.А. Бодров
«27» 06 20 19 г.

Проректор РОП и МД
А.В. Корячко
«27» 06 20 19 г.



Руководитель ООП


Ю.Н. Паршин
«27» 06 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.В.ДВ.02.01 «Сверхширокополосные сигналы и системы»

Направление подготовки

11.04.01 «Радиотехника»

Направленность (профиль) подготовки

Беспроводные технологии в радиотехнических системах и устройствах

Уровень подготовки

академическая магистратура

Квалификация выпускника – магистр

Форма обучения – очная

Рязань 2019 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности)

11.4.01 Радиотехника,

утвержденного 19.09.2017 № 925

(дата утверждения ФГОС ВО)

Разработчики

профессор кафедры РУС

_____ Езерский В.В.

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «___» _____ 20__ г., протокол № _____

Заведующий кафедрой РТУ

_____ Паршин Ю.Н., д.т.н., проф.

(подпись)

(Ф.И.О.)

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины: сформировать у студентов теоретические знания и практические навыки проектирования сверхширокополосных сигналов и систем в системах связи.

Задачи изучения дисциплины

Для решения поставленной цели определены следующие задачи:

- формирование научно-исследовательской компетентности как составной части профессиональной подготовки;
- получение необходимых знаний по планированию этапов разработки сверхширокополосных устройств;
- изучение методов и технологий коммуникаций в избранной сфере деятельности;
- овладение базовыми знаниями в области сверхширокополосных устройств;
- знакомство с основными методами и алгоритмами сверхширокополосных устройств;
- реализация технических заданий на проектирование сверхширокополосных устройств.

Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников (по типам)

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии	научно - исследовательский	Разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, подготовка отдельных заданий для исполнителей; сбор, обработка и систематизация научно-технической информации по теме планируемых исследований, выбор методик и средств решения сформулированных задач; моделирование объектов и процессов в радиотехнических устройствах с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ; разработка программ экспериментальных исследований, ее реализация,	Радиотехнические и радиоэлектронные устройства, системы и комплексы

		<p>включая выбор технических средств и обработку результатов;</p> <p>подготовка научно-технических отчетов в соответствии с требованиями нормативных документов, составление обзоров и подготовка публикаций;</p> <p>разработка рекомендаций по практическому использованию полученных результатов;</p> <p>разработка патентных документов на образцы новой техники.</p>	
Производственно-технологический	<p>Проведение работ по инсталляции программного обеспечения информационных систем и загрузке баз данных.</p> <p>Ведение технической документации. Тестирование компонентов ИС по заданным сценариям. Начальное обучение и консультирование пользователей по вопросам эксплуатации информационных систем.</p> <p>Осуществление технического сопровождения информационных систем в процессе ее эксплуатации. Информационное обеспечение прикладных процессов</p>	<p>Радиотехнические и радиоэлектронные устройства, системы и комплексы</p>	

	проектный	Анализ состояния научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников; определение цели, постановка задач проектирования, подготовка технических заданий на разработку проектных решений; проектирование радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов с учетом заданных требований; разработка проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями.	Радиотехнические и радиоэлектронные устройства, системы и комплексы
--	-----------	--	---

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Коды компетенции	Содержание компетенций
ПК-1	Способностью самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов.
ПК-2	Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина «Сверхширокополосные системы и сигналы» является дисциплиной по выбору, реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 учебного плана ОПОП академической магистратуры «Беспроводные технологии в радиотехнических системах и устройствах» по направлению подготовки 11.04.01 «Радиотехника» ФГБОУ ВО «РГРТУ».

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 2 курсе в 3 семестре.

Взаимосвязь с другими дисциплинами. Курс «Сверхширокополосные системы и сигналы» содержательно и методологически взаимосвязан с другими курсами, такими как: «Методы спектрального анализа сигналов», «Комплексирование приёмо-передающих устройств», «Защищённые системы передачи информации».

Для изучения дисциплины обучаемый должен знать:

- базовые методы формирования и обработки сигналов;
- методы спектрального анализа;

уметь:

- разрабатывать модели сигналов и каналов связи;
- обосновывать принимаемые проектные решения;

владеть:

- навыками разработки радиотехнических устройств;
- методами тестирования разработанных структурных схем.

Результаты обучения, полученные в результате освоения дисциплины необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин, «Преддипломная практика», «Научно-исследовательская работа», выпускная квалификационная работа..

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Коды компетенции	Содержание компетенций
ПК-1	Способностью самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов.
ПК-2	Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объём дисциплины по семестрам и видам занятий в зачётных единицах

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц (ЗЕ) 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	32
Лекции	16
Практические занятия	16
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	76
Консультации в семестре	4
Самостоятельные занятия	72
Вид промежуточной аттестации обучающихся	Зачёт

**4.2 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий
(в академических часах).**

№ п/п	Тема	Общая трудо- емкост ь, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самос- тоятел ьная работа обуча ющихс я
			всег о	лекци и	Семи- нары, практ ически е заняти я	дру- гие виды	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Основные сведения о сверхширокополосной связи.	3	1	1			2
2	Тема 2. Анализ основных показателей сверхширокополосных каналов связи.	13	4	2	2		9
3	Тема 3. Модели и характеристики сверхширокополосных сигналов.	14	5	2	2	1	9
4	Тема 4. Влияние линий связи на форму сверхширокополосных сигналов.	14	5	2	2	1	9
5	Тема 5. Поиск сигналов и синхронизация приемников сверхширокополосных сигналов.	14	5	2	2	1	9
6	Тема 6. Синтез помехоустойчивых приемников сверхширокополосных сигналов.	14	5	2	2	1	9
7	Тема 7. Сверхширокополосная связь на простых сигналах.	13	4	2	2		9
8	Тема 8. Спектральная обработка сверхширокополосных сигналов.	12	4	2	2		8
9	Тема 9. Примеры практически используемых сверхширокополосных систем связи.	11	3	1	2		8
	Всего:	108	32	16	16	4	72

4.3 Содержание дисциплины

4.3.1 Лекционные занятия

Раздел дисциплины (модуля)	Содержание
Тема 1. Основные сведения о сверхширокополосной связи.	Преимущества сверхширокополосных сигналов Определение понятия широкополосности Пути достижения сверхширокополосности сигналов.
Тема 2. Анализ основных показателей сверхширокополосных каналов связи.	Структура сверхширокополосного канала связи. Показатели качества сверхширокополосных каналов связи. Помехозащищенность каналов связи. Помехоустойчивость каналов. Скрытность каналов связи. Анализ проблемы выбора сигнала-переносчика канала. Обоснование метода расширения спектра гармонической несущей канала связи.
Тема 3. Модели и характеристики сверхширокополосных сигналов.	Выбор несущей сигналов каналов связи. Цифровые несущие. Характеристики несущих Уолша. Сверхширокополосные сигналы. Характеристики сигналов Уолша
Тема 4. Влияние линий связи на форму сверхширокополосных сигналов.	Модели основных линий связи. Модели недисперсионных радиолиний.. Модель проводных линий абонентского доступа. Модель низкочастотных радиолиний. Влияние характеристик антенн низкочастотных радиолиний. Модель коротковолновых радиолиний. Оценка искажений сверхширокополосных сигналов на выходе линий связи. Анализ характеристик сигналов на выходе линии связи. Сверхширокополосный доступ по проводным линиям. Сверхширокополосная связь в ДВ-диапазоне. Сверхширокополосная связь в КВ-диапазоне
Тема 5. Поиск сигналов и синхронизация приемников сверхширокополосных сигналов.	Поиск сверхширокополосного сигнала. Синхронизация приемника. Быстрая начальная синхронизация приемников системы связи. Оптимизация параметров синхронизирующего сигнала
Тема 6. Синтез помехоустойчивых приемников сверхширокополосных сигналов.	Синтез методами теории линейной фильтрации. Согласованная фильтрация сверхширокополосных сигналов. Дискретная линейная фильтрация. Нестационарная линейная фильтрация. Методы адаптивной фильтрации. Синтез методами теории нелинейной фильтрации. Оценка помехоустойчивости приемника сверхширокополосных сигналов. Методы теории оценок. Синтез приемников сверхширокополосных сигналов при действии очень сильных помех
Тема 7. Сверхширокополосная связь на простых сигналах.	Технология многочастотной модуляции. Технология псевдослучайной перестройки рабочей частоты. Обоснование структуры и параметров сигнала. Обобщенная структурная схема передатчика. Моделирование сигнала передатчика. Обобщенная структурная схема приёмника. Моделирование алгоритма обработки сигнала преамбулы в приемнике
Тема 8. Спектральная обработка сверхширокополосных сигналов.	Разработка основных принципов обобщенной спектральной обработки. Анализ эффективности алгоритма обобщенной спектральной обработки. Моделирование алгоритма обобщенной спектральной обработки.

Тема 9. Примеры практически используемых сверхширокополосных систем связи.	Системы WiFi. Системы Bluetooth. Системы кодового разделения каналов.
--	---

4.3.2 Виды практических и самостоятельных работ

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудо-ем-кость, часов
1	Основные сведения о сверхширокополосной с вязи.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций.	2
2	Анализ основных показателей сверхширокополосных каналов связи.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	9
		Практическое занятие	Основные показатели сверхширокополосных каналов связи.	2
3	Модели и характеристики сверхширокополосных сигналов.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	9
		Практическое занятие	Модели и характеристики сверхширокополосных сигналов.	2
4	Влияние линий связи на форму сверхширокополосных сигналов.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	9
		Практическое занятие	Влияние линий связи на форму сверхширокополосного сигнала.	2
5	Поиск сигналов и синхронизация приемников сверхширокополосных сигналов.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	9
		Практическое занятие	Поиск сигналов и синхронизация приемников сверхширокополосных сигналов .	2
6	Синтез помехоустойчивых приемников сверхширокополосных сигналов.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	9
		Практическое занятие	Синтез помехоустойчивых приемников сверхширокополосных сигналов.	2
7	Сверхширокополосная связь на простых сигналах.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	9
		Практическое занятие	Сверхширокополосная связь на простых сигналах	2
8	Спектральная обработка сверхширокополосных сигналов.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	8
		Практическое занятие	Спектральная обработка СШП сигналов.	2
9	Примеры практически используемых	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	8

	сверхширокополосных систем связи.	Практическое занятие	Примеры практически используемых сверхширокополосных систем связи.	2
--	-----------------------------------	----------------------	--	---

4.4 Планы практических занятий

Тема 1 Общие понятия о сверхширокополосном сигнале

Цель занятия: ознакомиться со сверхширокополосным сигналом.

Форма проведения: Опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Задания для самостоятельной работы

1. Рассмотрите существующие методы повышения широкополосности сигналов .

Тема 2. Анализ основных показателей сверхширокополосных каналов связи.

Цель занятия: ознакомиться с существующими методами анализа основных показателей сверхширокополосных сигналов.

Форма проведения: Опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Задания для самостоятельной работы

1. Рассмотрите существующие методы повышения помехозащищённости и скрытности каналов связи.

Тема 3. Модели и характеристики сверхширокополосных сигналов.

Цель занятия: ознакомиться с моделями и характеристиками сверхширокополосных сигналов.

Форма проведения: Опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Задания для самостоятельной работы

1. Рассмотрите используемые цифровые несущие сверхширокополосных сигналов.

Тема 4. Влияние линий связи на форму сверхширокополосных сигналов.

Цель занятия: ознакомиться с искажениями сигналов, обусловленными линиями связи.

Форма проведения: Опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Задания для самостоятельной работы

1. Изучите модели различных радиолиний.

Тема 5. Поиск сигналов и синхронизация приемников сверхширокополосных сигналов.

Цель занятия: ознакомиться с принципами поиска сигналов и синхронизации.

Форма проведения: Опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Задания для самостоятельной работы

1. Изучите принципы систем синхронизации в сверхширокополосных системах связи.

Тема 6. Синтез помехоустойчивых приемников сверхширокополосных сигналов.

Цель занятия: ознакомиться с методами синтеза помехоустойчивых приёмников.

Форма проведения: Опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Задания для самостоятельной работы

1. Рассмотрите основные методы синтеза.

Тема 7. Сверхширокополосная связь на простых сигналах

Цель занятия: ознакомиться с принципами построения сверхширокополосных систем связи на простых сигналах.

Форма проведения: Опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Задания для самостоятельной работы

1. Рассмотрите существующие методы построения сверхширокополосных систем связи на простых сигналах.

Тема 8. Спектральная обработка сверхширокополосных сигналов.

Цель занятия: освоить методы спектральной обработки сверхширокополосных сигналов.

Форма проведения: Опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Задания для самостоятельной работы

1. Ознакомьтесь с методами спектральной обработки сверхширокополосных сигналов.

Тема 9. Примеры практически используемых сверхширокополосных систем связи.

Цель занятия: Освоить методы оценки параметров дискретизации, квантования и кодирования.

Форма проведения: Опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Задания для самостоятельной работы

1. Изучить практически используемые сверхширокополосные системы.

4.5 Самостоятельная работа магистрантов

В рамках самостоятельной работы магистрантам предлагается выполнить письменные работы по предложенным темам.

4.5.1 Типовые задания для самостоятельной работы

1. Чтение и анализ научной литературы по темам и проблемам курса.
2. Конспектирование, аннотирование научных публикаций.
3. Рецензирование учебных пособий, монографий, научных статей, авторефератов.
4. Анализ нормативных документов и научных отчетов.
5. Реферирование научных источников.
6. Сравнительный анализ научных публикаций, авторефератов и др.
7. Проектирование методов исследования и исследовательских методик и др.
8. Подготовка выступлений для коллективной дискуссии.

4.5.2 Тематика творческих заданий

1. Преимущества и недостатки сверхширокополосных систем связи.
2. Показатели качества сверхширокополосных систем связи.
3. Модели сверхширокополосных сигналов и их основные характеристики.
4. Искажения, вносимые линиями связи в сверхширокополосные сигналы.
5. Проблемы синхронизации в сверхширокополосных системах связи.
6. Синтез помехоустойчивых приёмников сверхширокополосных сигналов.
7. Организация сверхширокополосной связи на простых сигналах.
8. Принципы спектральной обработки сверхширокополосных сигналов.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная учебная литература:

1. Урядников Ю.Ф. Сверхширокополосная связь. Теория и применение [Электронный ресурс] / Ю.Ф. Урядников, С.С. Аджемов. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. — 368 с. — 5-98003-207-X. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8726.html>.
2. Носов В.И. Исследование методов повышения помехоустойчивости короткоимпульсных сверхширокополосных систем радиосвязи [Электронный ресурс] : монография / В.И. Носов, В.О. Калинин. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 245 с. — 978-5-91434-040-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74669.html>
3. Попов В.Ф. Широкополосные и сверхширокополосные сигналы в системах мобильной связи и навигации [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Ф. Попов. — Электрон. текстовые данные. — Омск: Омский государственный технический университет, 2015. — 204 с. — 978-5-8149-2121-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58103.html>
4. Ипатов В.П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Теория и применение. – М.: Техносфера. 2007. 468 с. 15 экз.

6.2 Дополнительная учебная литература:

1. Косичкина Т.П. Сверхширокополосные системы коммуникаций / Т.П. Косичкина, Т.В. Сидорова, В.С. Сперанский. – Инсвязьиздат. 2008. 4 экз.

6.6 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.6.1 Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

6.6.2 Описание последовательности действий студента

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции не применялся на лабораторном занятии. Тогда лекция будет гораздо понятнее. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1). После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2). При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

В течение недели выбрать время (1-час) для работы с литературой по в библиотеке.

6.6.3 Рекомендации по работе с литературой

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги по педагогике высшей школы. Литературу по курсу рекомендуется изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников по курсу. Рекомендуется после изучения очередного параграфа ответить на несколько простых вопросов по данной теме. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): «о чем этот параграф?», «Какие новые

понятия введены, каков их смысл?».

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

1. Сайт GeoGebra: <https://www.geogebra.org>
2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/>.
3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://www.e.lanbook.com>
4. Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю. – URL: <https://elib.rsreu.ru/>

8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

Лицензионное ПО

- операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бес-срочно);
- Kaspersky Endpoint Security.

Открытое ПО

- пакет офисных программ OpenOffice; (лицензия LGPL). Режим доступа <http://www.openoffice.org/ru/>;
- векторный графический редактор Inkscape (лицензия LGPL). Режим доступа <http://inkscape.download-windows.org/>;
- математические пакеты Maxima (лицензия LGPL). Режим доступа <http://www.ma.utexas.edu/users/wfs/maxima-doe-auth.gif>; SciLab (лицензия LGPL). Режим доступа <http://www.scilab.org/download/6.0.1>;
- язык программирования Free Pascal Compiler (лицензия LGPL) Режим доступа <https://www.freepascal.org/>;
программа для численных расчётов GNU Octave (лицензия LGPL). Режим доступа <http://www.gnu.org/software/octavel>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для освоения дисциплины имеются:

- 1) лекционная аудитория, оборудованная средствами отображения презентаций и дру-гих лекционных материалов на экран;
- 2) класс для проведения практических занятий, оборудованный компьютерами.

Программу составил
д.т.н., профессор кафедры
«Радиоуправления и связи»

В.В. Езерский