

ВЫПИСКА ИЗ РЕШЕНИЯ
заседания Научно-методического совета
Воронежского государственного университета

от 24.05.2024

1. Об открытии на физическом факультете Воронежского государственного университета дополнительной образовательной программы повышения квалификации «Разработка систем радиосвязи» (докл.: Д.Е. Любашевский, зам. декана по учебной работе физического факультета).

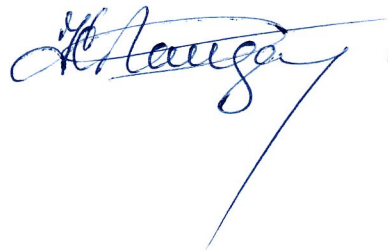
Заслушав сообщение Д.Е. Любашевского,

Совет постановляет:

1) Открыть на физическом факультете Воронежского государственного университета дополнительную образовательную программу повышения квалификации «Разработка систем радиосвязи».

2) Контроль за исполнением настоящего решения возложить на К.М. Гайдар, председателя НМС ВГУ.

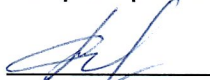
Председатель заседания



К.М. Гайдар

Выписка верна:

Секретарь заседания



Е.А. Рогулькина

24.05.2024

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Утверждаю
Первый проректор -
проректор по учебной работе


Чупандина Е.Е.

___ . ___ . 2024 ___

Дополнительная образовательная программа
повышения квалификации

«Разработка систем радиосвязи»

Категория обучающихся: обучающиеся магистратуры и выпускники ВУЗов по образовательным программам радиофизических и радиотехнических направлений

Объем программы: 166 (час.)

Форма обучения: очная с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Воронеж

2024

1 Общая характеристика программы

1.1. Цели реализации программы

Программа разработана и реализуется в рамках федерального проекта «Передовые инженерные школы» государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» и направлена на развитие передовых инженерных школ: совершенствование компетенций в области разработки систем радиосвязи и повышение профессионального уровня выпускников ВУЗов радиофизических и радиотехнических направлений подготовки, а также инженерных кадров радиоэлектронной промышленности Российской Федерации, для обеспечения устойчивого развития и конкурентоспособности отечественных высокотехнологичных компаний.

1.2. Планируемые результаты обучения

Дополнительная образовательная программа «Разработка систем радиосвязи» направлена на совершенствование следующих профессиональных компетенций:

- Способен понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования
- Способен принимать участие в разработке систем радиосвязи и телекоммуникаций
- Способен разрабатывать программное обеспечение для автоматизации работы с радиоэлектронными средствами на языках высокого уровня

Слушатель, освоивший программу повышения квалификации, должен:

- иметь представление о физических основах работы и основных характеристиках радиоустройств, составляющих элементы приёмо-передающих трактов радиосистем;
- знать основы теории электромагнитной совместимости различных радиоэлектронных устройств;
- знать основы построения систем связи на основе адаптивных антенных решёток и методы пространственно-временной многоканальной обработки сигналов в них;
- углубить и систематизировать знания в области цифровой обработки сигналов в системах телекоммуникаций;
- знать принципы и владеть навыками автоматизации радиоизмерений и радиомониторинга;
- уметь применять способы и алгоритмы компенсации различных искажений сигналов при прохождении через приёмо-передающий тракт, каналы передачи данных;
- уметь проводить радиоизмерения с помощью современного радиоизмерительного оборудования;
- уметь проводить настройку и запуск современных систем радиосвязи на основе программно-определяемых радио;
- владеть навыками разработки программного обеспечения для автоматизации работы с современным радиоэлектронным оборудованием;
- владеть навыками разработки приёмо-передающих устройств для систем радиосвязи различных частотных диапазонов с заданными техническими

характеристиками в современных средах проектирования и системного моделирования.

схемотехнического

2 Учебный план

	Наименование разделов	Всего, час.	В том числе		Форма контроля
			лекции	практические и лабораторные занятия	
1.	Приёмо-передающие устройства для систем радиосвязи	36	16	20	Текущий контроль выполнения практических и лабораторных заданий
2.	Цифровая обработка сигналов	36	16	20	
3.	Системы связи на основе адаптивных антенных решёток	36	16	20	
4.	Автоматизация в системах радиосвязи и программирование радиооборудования	36	12	24	
5	Подготовка проекта к защите	16	2	14	
6.	Итоговая аттестация	6			защита проекта
7.	Итого	166	72	88	

Обучение по программе «Разработка систем радиосвязи» осуществляется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС ВГУ) на платформе Moodle.

Ссылка на курс: <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29946>

Руководитель дополнительной образовательной программы
профессор кафедры электроники,
доктор физ.-мат. наук, профессор



Аверина Лариса Ивановна

3 Рабочая программа курса

3.1. Цель курса

- повышение профессиональной квалификации в области разработки современных систем радиосвязи обучающихся магистратуры и выпускников радиофизических и радиотехнических направлений подготовки высшего образования.

3.2. Задачи изучения курса

- углубление и систематизирование знаний в области физических принципов функционирования и основных характеристик радиоустройств, составляющих элементы приёмо-передающих трактов систем радиосвязи;
- актуализация знаний в области теории электромагнитной совместимости различных радиоэлектронных устройств;
- совершенствование навыков разработки приёмо-передающих устройств для систем телекоммуникаций различных частотных диапазонов с заданными техническими характеристиками в современных средах схемотехнического проектирования;
- углубление знаний в области цифровой обработки сигналов применительно к телекоммуникационным сигналам и в области теории передачи информации;
- познакомить со способами и алгоритмами компенсации различных искажений сигналов при прохождении через приёмо-передающий тракт, каналы передачи данных;
- совершенствование навыков разработки систем цифровой связи с заданными параметрами в современных средах системного моделирования;
- знакомство с основами построения систем связи на основе адаптивных антенных решёток и методами пространственно-временной многоканальной обработки сигналов в них;
- знакомство с принципами и сформировать навыки проведения радиоизмерений с помощью современного радиоизмерительного оборудования;
- обучение основным подходам к автоматизации радиоизмерений и радиомониторинга;
- формирование и развитие навыков работы с программно определяемыми радио.

3.3. Планируемые результаты обучения

Компетенции обучающегося, получающие развитие и совершенствование в результате освоения курса:

- 1) Способен понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования
- 2) Способен принимать участие в разработке систем радиосвязи и телекоммуникаций
- 3) Способен разрабатывать программное обеспечение для автоматизации работы с радиоэлектронными средствами на языках высокого уровня

3.4. Содержание программы курса

Раздел 1. Приёмо-передающие устройства для систем радиосвязи (36 час.)

Тема 1.1. Структура радиоприёмника (2 час.)

Структура радиоприёмника: преселектор, смеситель, УПЧ, детектор. Тракт предварительного усиления и избирательности. Понятие чувствительности.

Тема 1.2. Неосновные каналы приёма радиоприёмного устройства (2 час.)

Неосновные каналы приёма: побочные, зеркальный, внеполосный.

Тема 1.3. Внеполосные каналы приёма радиоприёмного устройства (4 час.)
Интермодуляция. Блокирование по усилению, блокирование по шумам.
Перекрытые искажения. Амплитудно-фазовая конверсия.

Тема 1.4. Характеристики радиоприёмного устройства, влияющие на электромагнитную совместимость (2 час.)

Характеристики частотной избирательности радиоприёмника. Динамический диапазон радиоприёмника.

Тема 1.5. Система ЭМС-параметров и ЭМС-характеристик малошумящего усилителя (2 час.)

Эффекты, рассматриваемые в малошумящем усилителе в интересах задач ЭМС.
Параметры и характеристики ЭМС малошумящего усилителя.

Тема 1.6. Принципы построения теории электромагнитной совместимости малошумящего усилителя (2 час.)

Основные понятия теории электромагнитной совместимости малошумящего усилителя. Методы, используемые для корректного построения теории.

Тема 1.7. Измерение ЭМС-характеристик малошумящего усилителя (2 час.)

Измеряемые параметры и характеристики ЭМС. Алгоритмы измерений. Основные соотношения.

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы (час.)
1.1	Проектирование основных элементов радиоприёмного тракта – малошумящего усилителя, преобразователя частоты, избирательных цепей – в системах автоматизированного проектирования (8 час.)
1.3	Расчёт основных частотных и амплитудных, односигнальных и двухсигнальных характеристик малошумящего усилителя и преобразователя частоты – в системах автоматизированного проектирования (8 час.)
1.7	Освоение методик измерений параметров и характеристик электромагнитной совместимости радиоприёмных устройств (4 час.)

Раздел 2. Цифровая обработка сигналов (36 час.)

Тема 2.1. Основы цифровой связи (2 час.)

Функциональная схема цифровой системы связи и основные преобразования.
Основная терминология цифровой связи. Критерии производительности.

Тема 2.2. Характеристики сигналов и систем связи (4 час.)

Представление полосовых сигналов и систем. Геометрическое представление сигналов. Представление сигналов цифровой модуляции. Спектральные характеристики сигналов цифровой модуляции.

Тема 2.3. Модели каналов и пропускная способность каналов (2 час.)

Модели канала. Пропускная способность канала. Пропускная способность канала, достигаемая при помощи ортогональных сигналов. Функции надёжности канала.

Тема 2.4. Канальное кодирование (2 час.)

Линейные блочные коды. Сверточные коды. Кодированная модуляция для частотно-ограниченных каналов. Турбо-кодирование, LDPC-коды.

Тема 2.5. Связь в ограниченных по полосе линейных фильтровых каналах (2 час.)

Оптимальный приемник для канала с межсимвольной интерференцией и аддитивным белым гауссовским шумом (АБГШ). Линейное выравнивание. Выравнивание с обратной связью по решению. Адаптивные эквалайзеры.

Тема 2.6. Многоканальные системы и системы со многими несущими (2 час.)
Многоканальная цифровая связь в каналах с АБГШ. Связь со многими несущими.
OFDM-технология.

Тема 2.7. Широкополосные сигналы для цифровой связи (2 час.)

Модель цифровых систем связи с широкополосными сигналами. Широкополосные сигналы с прямыми псевдошумовыми последовательностями. Широкополосные сигналы со скачками частоты.

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы (час.)
2.2	Программная реализация различных алгоритмов цифровой модуляции и демодуляции сигнала (6 час.)
2.3	Программная реализация и расчёт характеристик помехоустойчивости систем цифровой связи с различными типами модуляции при прохождении через канал с межсимвольной интерференцией и аддитивным белым гауссовским шумом (4 час.)
2.4	Программная реализация и расчёт характеристик помехоустойчивости систем цифровой связи с различными типами канального кодирования (4 час.)
2.5	Программная реализация и расчёт характеристик помехоустойчивости систем цифровой связи с адаптивными эквалайзерами при прохождении через канал с межсимвольной интерференцией (6 час.)

Раздел 3. Системы радиосвязи на основе адаптивных антенных решёток (36 час.)

Тема 3.1. Структура системы связи передачи информации (2 час.)

Структура системы связи: антенная система, канал связи, модем.

Тема 3.2. Основные характеристики системы связи на основе антенной решётки (2 час.)

Эквивалентная излучаемая мощность, ДН, УБЛ, напряженность поля в точке приема, потери в канале связи, скорость передачи информации

Тема 3.3. Энергопотенциал линии связи (2 час.)

Бюджет канала связи. Дальность связи, в том числе в условиях помех.

Тема 3.4. Построение активной фазированной антенной решетки (2 час.)

Приемопередающий модуль АФАР. Активные приборы, используемые в модулях. Особенности расчета характеристик АФАР.

Тема 3.5. Цифровая интеллектуальная ФАР (2 час.)

Структура ЦИФАР и ее основные алгоритмы обработки сигналов. Параметры и конструкция типичных ППМ для систем с ЦАР (АЦП и ЦАП).

Тема 3.6. Алгоритмы цифрового формирования диаграммы направленности АР (4 час.)

Двумерное сканирование лучом в плоской АР. Кольцевые эквидистантные АР. Методы, используемые для корректного построения теории.

Тема 3.7. Адаптивные цифровые антенные решётки (2 час.)

Пространственная селекция и подавление помех. Амплитудно-фазовый синтез антенных решёток с пониженным уровнем боковых лепестков. МИМО- системы на основе ЦАР.

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы (час.)
3.3	Расчет дальности связи на основе двухлучевой модели распространения сигнала, с использованием моделей Окамура-Хата, Эгли, формулы Введенского (6 час.)
3.6	Построение диаграмм направленности для линейной, круговой и двумерной плоской решеток. Исследование влияния параметров системы на форму ДН (6 час.)
3.7	Программная реализация одного из алгоритмов пространственной фильтрации помех с помощью линейной антенной решётки (8 час.)

Раздел 4. Автоматизация в системах радиосвязи и программирование радиооборудования (36 час.)

Тема 4.1. Автоматизация радиоизмерений (2 час.)

Основные понятия. Цели и задачи автоматизации радиоизмерений и радиомониторинга. Интерфейсы подключения оборудования. Программное обеспечение для автоматизации измерений.

Тема 4.2. Основы работы с радиоизмерительным оборудованием (2 час.)

Планирование и постановка эксперимента. Технические характеристики измерительных приборов (генераторы сигналов, осциллограф, анализатор спектра, анализатор цепей, программируемые источники питания)

Тема 4.3. Основы работы программным обеспечением для автоматизации радиоизмерений (NI LabView) (4 час.)

Интерфейс среды разработки, палитры функций и элементов управления, основы программирования (типы данных, основные функции, массивы, циклы, структуры)

Тема 4.4. Обработка данных, полученных при радиоизмерениях (4 час.)

Анализ и обработка данных. Определение погрешностей измерений, основных параметров сигналов, построение спектров, фильтрация.

Тема 4.5. Разработка программного обеспечения для автоматизированного управления программно определяемых радио на примере NI USRP 2900.

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы (час.)
4.2	Совершенствование навыков работы с радиоизмерительным оборудованием, ознакомление с современным оборудованием (4 час.)
4.3	Приобретение навыков разработки программного обеспечения для автоматизации радиоизмерений путем управления современным измерительным оборудованием (6 час.)
4.4	Разработка программно-аппаратного комплекса для проведения автоматизированных радиоизмерений (6 час.)
4.5	Формирование навыков работы с программно определяемыми радио на примере NI USRP 2900

Раздел 5. Подготовка проекта к защите (16 час.)

Тема 5.1. Методические указания по выполнению и защите проекта (2 час.)

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы (час.)
5.1	Выполнение проекта и подготовка к защите (14 час.)

3.5. Учебно-методическое обеспечение курса

Методические рекомендации и пособия по реализации учебной программы доступны в библиотеке ЗНБ ВГУ и в электронном каталоге lib.vsu.ru.

Занятия по программе повышения квалификации проводятся с использованием различных форм организации учебного процесса (лекция-диалог, лекция-дискуссия, проблемная лекция, мастер-класс).

Поскольку выполнение лабораторных работ заданий требует специального оборудования, эти виды учебной работы слушателей проводятся непосредственно в ходе контактной работы с преподавателем.

При реализации программы повышения квалификации для проведения лекционных занятий, организации и осуществления контроля усвоения материала могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе образовательного портала "Электронный университет ВГУ" по адресу edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

Реализация образовательной программы с применением ЭО и ДОТ обеспечивает:

- фиксацию хода образовательного процесса и результатов освоения программы;
- комфортное освоение обучающимися модулей программы без отрыва от исполнения обязанностей по замещаемой должности;
- постоянное взаимодействие между участниками образовательного процесса.

Рекомендуемая литература

Основная:

1. Алгазинов Э.К. Электромагнитная совместимость радиоприёмных устройств СВЧ: Учебное пособие по спец. 013800 – Радиофизика и электроника/ Э.К. Алгазинов, А.М. Бобрешов, А.М. Воробьев, Ю.Н. Нестеренко, Воронеж. гос. ун-т – Воронеж: Б.и., 2003. – 79с.
2. Скляр, Бернард. Цифровая связь : Теоретические основы и практическое применение / Б. Скляр ; Пер. с англ. Е.Г. Грозы и др.; Под ред. А.В. Назаренко .— 2-е изд. — М. : Вильямс, 2003 .— 1099 с.
3. Системы цифровой связи: учебное пособие / Л. И. Аверина. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016. — 48 с. — <URL:<http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m16-71.pdf>>.
4. Воскресенский Д.И. Активные фазированные антенные решетки / Воскресенский Д.И. и А.И. Канащенков. - М.: Радиотехника, 2004. - 488с.
5. Григорьев Л.Н. Цифровое формирование диаграммы направленности в фазированных антенных решетках / Григорьев Л.И. - М.: Радиотехника, 2010. - 144с.
6. Степкин В.А. Автоматизированные электронные системы (учебное пособие) / Жабин А.С, Коровченко И.С., Степкин В.А. // Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018. – 76 с.

Дополнительная:

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению подгот. дипломир. специалистов "Информатика и вычисл. техника" / А.Б. Сергиенко .— СПб. : Питер, 2003 .— 603 с.
2. Князев А.Д. Элементы теории и практики обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств/ А.Д.Князев. – М.:Радио и связь, 1984. – 336с.

3. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе Lab VIEW/ Под. ред. Бутырина П. А. -М.: ДМК Пресс, 2005. 264 с.: ил.
4. Петровский В.И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств: Учеб. пособие для вузов/ В.И. Петровский, Ю.Е. Седелников. – М.: Радио и связь, 1986. – 215с.
5. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем/ В.И. Владимиров и др.; Под ред. Н.М. Царькова. – М.: Радио и связь, 1985. – 271с.
6. В.М. Вишневский Широкополосные беспроводные сети передачи информации/В.М Вишневский и др.-М. Техносфера,2005.-579с.
7. Ермолаев В.Т., Флакман А.Г. Методы оценивания параметров источников сигналов и помех, принимаемых антенной решеткой. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Новые подходы к проблемам генерации, обработки, передачи, хранения, защиты информации и их применение». Нижний Новгород, 2007, 98 с.
8. Прокис, Джон. Цифровая связь / Дж. Прокис ; Пер. с англ. Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000. – 800с.
9. Аверина Л.И. Прогнозирование бюджета канала связи для цифровых систем: учебное пособие / Л.И. Аверина, Ж.В. Шапошникова; Воронежский государственный университет. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2020. - 63 с.

3.6. Материально-технические условия реализации курса и общие требования к организации образовательного процесса

Программа повышения квалификации реализуется на основе материально-технической базы Воронежского государственного университета. Занятия проводятся в аудиториях, оборудованных мультимедийными проекторами, персональными компьютерами, радиофизическим и радиоизмерительным оборудованием.

Обучение по программе «Разработка систем радиосвязи» осуществляется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС ВГУ) на платформе Moodle.

Ссылка на курс: <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=29946>

3.7. Оценочные материалы и критерии оценки текущей аттестации по курсу

Текущий контроль освоения программы осуществляется на основе результатов выполнения лабораторных работ и практических заданий, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий (электронный курс на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» edu.vsu.ru). Перечень лабораторных работ приведен выше в каждом из пяти разделов программы.

Перечень практических заданий:

1. Проектирование малошумящего усилителя (МШУ) в САПР
2. Расчёт амплитудно-частотной характеристики МШУ
3. Расчёт нелинейных одночастотных характеристик МШУ
4. Расчёт ЭМС-характеристик МШУ
5. Проектирование преобразователя частоты в САПР
6. Расчёт передаточной частотной характеристики преобразователя частоты
7. Расчёт нелинейных одночастотных характеристик преобразователя частоты
8. Расчёт ЭМС-характеристик преобразователя частоты
9. В пакете системного проектирования спроектировать систему связи на основе сигналов QPSK модуляции и рассчитать её основные характеристики

10. В пакете системного проектирования спроектировать систему связи на основе сигналов QAM модуляции и рассчитать её основные характеристики
11. В пакете системного проектирования спроектировать систему связи с использованием кода Рида-Соломона и рассчитать её основные характеристики
12. В пакете системного проектирования спроектировать многоканальную систему связи и рассчитать её основные характеристики
13. В пакете системного проектирования спроектировать систему связи на основе OFDM сигналов и рассчитать её основные характеристики
14. В пакете системного проектирования спроектировать систему связи с многолучевым каналом и рассчитать её основные характеристики
15. В пакете системного проектирования спроектировать систему связи с учётом нелинейности приёмо-передающего тракта и рассчитать её основные характеристики
16. Расчет дальности связи на основе двухлучевой модели
17. Расчёт дальности связи на основе эмпирических моделей: Окамура-Хата, Эгли
18. Построение ДН для линейной, круговой и двумерной плоской решеток.
19. Построение ДН с пониженными боковыми лепестками.
20. Построение ДН в условиях воздействия дестабилизирующих факторов.
21. Расчёт дальности в условиях воздействия помех для ДН с пониженными боковыми лепестками.
22. Расчёт дальности связи при отказах, возникающих в приеме-передающих модулях ЦАР.
23. Разработка программного обеспечения для расчета спектральных характеристик исследуемых сигналов.
24. Постановка лабораторного эксперимента для проведения радиоизмерений
25. Разработка программного обеспечения для автоматизации радиоизмерений. Определение типа модуляции сигнала.
26. Разработка и реализация алгоритма для определения или измерения основных характеристик исследуемой радиосистемы.

При текущей аттестации используются критерии оценки:

- «зачтено» – выставляется, если слушатель выполняет практические и лабораторные работы в соответствии с заданием, не допуская ошибок, или обнаруживает и исправляет их в ходе представления результатов выполнения задания.

- «не зачтено» – выставляется, если слушатель не выполнил или допустил принципиальные ошибки при выполнении задания, а также обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного материала при представлении результатов выполнения задания.

3.8. Авторы курса

д.ф.-м.н., профессор,
профессор кафедры электроники ВГУ



Л.И. Аверина

к.ф.-м.н., доцент
доцент кафедры электроники ВГУ



В.А. Степкин

4 Итоговая аттестация

Формой итоговой аттестации по завершении программы является защита проекта, оцениваемая по шкале «зачтено», «не зачтено».

Проект включает в себя элементы теоретического исследования (анализ литературных источников, формулирование проблем и выводов) в соответствии с заданной темой, а также практическое задание для проверки навыков, на развитие которых направлено выполнение лабораторных работ и практических заданий, а также прохождение программы повышения квалификации в целом. Тема и детали практического задания выбираются и обсуждаются с каждым слушателем индивидуально.

Примерные темы проектов:

1. Применение САПР для проектирования радиоэлектронных устройств (с конкретизацией устройства, как составной части системы связи)
2. Электромагнитная совместимость передающих устройств
3. Анализ стандартов современных систем цифровой связи
4. Методы выравнивания частотно-селективного канала связи
5. Применение спектрально эффективных сигналов в современных системах связи
6. Методы линеаризации передающего тракта систем цифровой связи
7. Применение современные САПР для систем цифровой связи (с конкретизацией требований для системы связи)
8. Применение методов «сверхразрешения» пространственно разнесённых сигналов с помощью многоканальных систем
9. Применение фазированных антенных решеток в системах связи
10. Развитие современных средств связи на основе цифровых антенных решеток
11. Применение современных сред разработки программного обеспечения для проведения и автоматизации радиоизмерений
12. Современные программируемые приборы для проведения радиоизмерений
13. Задачи и алгоритмы автоматизации радиоизмерений и радиомониторинга (с конкретизацией задач)

Для оценивания результатов обучения по программе используется шкала: «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если слушатель обнаруживает знание основного программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей профессиональной деятельности, а также справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой и знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка «зачтено» выставляется слушателям по итогам защиты проекта, не допускающим ошибки либо допустившим погрешности не принципиального характера.

Оценка «не зачтено» выставляется, если слушатель при защите проекта обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного программного материала, не выполнил или допустил принципиальные ошибки при выполнении предусмотренных программой итоговой аттестации заданий. Оценка «не зачтено» ставится слушателям, которые не способны использовать полученные знания в работе по профессии по окончании программы без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

5 Кадровое обеспечение дополнительной образовательной программы

№ п/п	Дисциплины (модули)	Характеристика педагогических работников							основное место работы, должность	условия привлечения к педагогической деятельности
		фамилия, имя, отчество, должность по штатному расписанию	образовательное учреждение, направление подготовки / (специальность), которое окончил педагогический работник	ученая степень, ученое (почетное) звание, квалификационная категория	стаж педагогический (научно-педагогической) работы					
					всего	в т.ч. педагогической работы				
						всего	в т.ч. по указанной дисциплине (модулю)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Разделы 1, 3, 5	Аверина Лариса Ивановна, профессор	ВГУ, радиофизика и электроника	д.ф.-м.н., профессор	36	31	15	ВГУ, профессор	Почасовая оплата	
2	Раздел 2, 4, 5	Степкин Владислав Андреевич, доцент	ВГУ, радиофизика	к.ф.-м.н., доцент	13	13	10	ВГУ, доцент	Почасовая оплата	

6 Руководитель программы

д.ф.-м.н., профессор,
профессор кафедры электроники ВГУ

Л.И. Аверина