

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Радиоуправления и связи»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан факультета РТ


Холопов И.С.
«26» 06 2019 г

Заведующий кафедрой РУС


Кириллов С.Н.
«26» 06 2019 г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по РОПиМД


Корячко А.В.
«27» 06 2019 г



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФТД.01 «Методы кодирования аудио и видео информации»

Направление подготовки
11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность (профиль) подготовки
«Радиоэлектронные системы передачи информации»

Уровень подготовки
специалитет

Квалификация выпускника – специалист

Форма обучения – очная

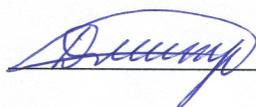
Рязань 2019 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

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

11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»,
утвержденного 09.02.2018 № 94

Разработчик доцент кафедры РУС



Дмитриев В.Т.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «26» 06 2019 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой РУС



Кириллов С.Н., д.т.н., проф.

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Методы кодирования аудио и видео информации» являются ознакомление студентов с концептуальными основами работы с изображениями и приобретению знаний и навыков применения методов и алгоритмов, используемых при регистрации, преобразовании и визуализации изображений.

- Элементов теории интегральных преобразований
- Алгоритмов реализации дискретных интегральных преобразований
- Методов цифровой фильтрации
- Теории и практики вейвлет-преобразования
- Математического моделирования процессов регистрации, визуализации и

оценки качества изображений

Задачи:

- дать студенту глубокие и систематизированные знания об основных способах представления цифровых изображений;
- ознакомить студента с элементами теории интегральных преобразований;
- выработать навыки и умение самостоятельно разбираться в многообразии подходов и способах оценок оптимальных параметров при реализации алгоритмов дискретных интегральных преобразований;
- научить принимать решения при выборе типа и способа цифровой фильтрации изображений;
- рассмотреть основы математического моделирования процессов регистрации, визуализации и оценки качества изображений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина **ФТД.01 «Методы кодирования аудио и видео информации»** относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программы (далее – образовательной программы) специалитета «Радиоэлектронные системы передачи информации» специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Высшая математика»; «Сетевые информационные технологии»; «Информатика»; «Цифровая обработка сигналов».

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные понятия методы и средства матричного исчисления и линейной алгебры;
- методы обработки и анализа сигналов;

уметь:

- решать стандартные задачи профессиональной деятельности;
- использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи;
- собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов.

владеть:

- навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях;

- навыками программирования в среде MATLAB;
- современными методами исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики;
- методами и приемами анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование общеобразовательных компетенций.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

| | | |
|------------------|--|--|
| Научное мышление | ОПК-1. Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики | <p>ОПК-1.1. Знать: фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы.</p> <p>ОПК-1.2. Уметь: Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.</p> <p>ОПК-1.3. Владеть: навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.</p> |
|------------------|--|--|

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенций, сформированы на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников.

| Задача ПД | Объект или область знания | Код и наименование профессиональной компетенции | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции | Обоснование (ПС, анализ опыта) |
|-----------|---------------------------|---|---|--------------------------------|
|-----------|---------------------------|---|---|--------------------------------|

| Тип задач профессиональной деятельности: проектный | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Разработка структурных и функциональных схем радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений | Разработка и проектирование радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения | ПК-4 Способен разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на современной цифровой элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ | ПК-4.1. Знать: 1) методы кодирования речевых сигналов, изображений и видеопотоков многоканальных телекоммуникационных системах; 2) принципы кодирования сигналов на основе вейвлет-пакетного разложения; 3) структурные схемы кодеков речи ИКМ, ДИКМ, АДИКМ; 4) стандарты сжатия изображений jpeg; 5) стандарты сжатия видеопотоков mpeg1, mpeg2 и mpeg4. ПК-4.2. Уметь: 1) проводить оценочные расчеты основных характеристик теории вейвлет-преобразований и кодирования сигналов; 2) пользоваться измерительной аппаратурой и ПЭВМ для организации и проведения экспериментальных исследований систем кодирования сигналов. ПК-4.3. Владеть: 1) современными средствами разработки цифровых радиотехнических устройств 2) навыками компьютерного моделирования. | П С 06.005 Инженер - радиоэлектронщик |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины по семестрам (курсам) и видам занятий в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу

обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (ЗЕ), 72 часа.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры |
|--------------------------------------|-------------|-----------|
| | | 7 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 72 | 72 |
| Аудиторные занятия (всего) | 32 | 32 |
| в том числе: | | |
| Лекции | 32 | 32 |
| Самостоятельная работа | 40 | 40 |
| Вид итогового контроля | зачет | зачет |

4.2. Содержание дисциплины

| № | Раздел дисциплины | Общая трудоемкость, всего часов | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | Самостоятельная работа обучающихся |
|------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|-----------|----------------------|---------------------|------------------------------------|
| | | | всего | лекции | практические занятия | лабораторные работы | |
| Семестр 7 | | | | | | | |
| | Всего | 72 | 32 | 32 | - | - | 40 |
| 1. | Введение | 9 | 4 | 4 | | | 5 |
| 2 | Дискретизация и квантование | 9 | 4 | 4 | | | 5 |
| 3 | Интегральные преобразования | 9 | 4 | 4 | | | 5 |
| 4 | Дискретные преобразования | 9 | 4 | 4 | | | 5 |
| 5 | Системы и цифровые фильтры | 9 | 4 | 4 | | | 5 |
| 6 | Вейвлет-преобразование | 9 | 4 | 4 | | | 5 |
| 7 | Математические модели изображений | 18 | 8 | 8 | | | 10 |

Каждый блок включает содержание основных дидактических единиц соответствующего раздела содержания педагогического образования, список обязательной литературы и контрольные вопросы.

1 Введение

Понятие изображения. Системы обработки (регистрации, преобразования, хранения, передачи и воспроизведения) изображений. Задачи систем обработки изображений. Изображение как математическая функция. Преобразование изображений. Цифровая обработка изображений.

2 Дискретизация и квантование

Пространственная дискретизация и квантование сигнала изображения. Теорема отсчетов. Восстановление изображения по теореме отсчетов. Квантование при наличии шума. Оценка вносимой погрешности. Обзор подходов к проблеме дискретизации. Оптимизация дискретизации и квантования.

3 Интегральные преобразования

Ряды Фурье и преобразование Фурье. Обобщенные функции и их производные. Обратное преобразование. Свойства преобразования Фурье. Преобразование Фурье от последовательности. Функции с ограниченным спектром. Двумерное преобразование Фурье. Обзор других интегральных преобразований, их свойств и областей применения.

4 Дискретные преобразования

Дискретное преобразование Фурье. Применение ДПФ. Обзор других дискретных ортогональных преобразований. Быстрые алгоритмы дискретных ортогональных преобразований. Особенности двумерных преобразований. Рекуррентный алгоритм вычисления ДПФ. Быстрые алгоритмы вычисления свертки.

5 Системы и цифровые фильтры

Свертка. Определение системы. Импульсная реакция. Устойчивые системы. Рекуррентные системы. Линейная пространственная фильтрация. Нелинейная пространственная фильтрация. Частотная фильтрация. Передаточная функция фильтра. Низкочастотные фильтры. Высокочастотные фильтры. Полосовой фильтр. Сдвиг спектра сигнала. Сглаживающие фильтры. Фильтры повышения резкости. Устранение шума путем фильтрации. Краевые эффекты при цифровой фильтрации. Байесовская фильтрация. Медианная фильтрация.

6 Вейвлет-преобразование

Непрерывное вейвлет-преобразование. Детализация и масштабирование. Детализация и фильтрация. Вейвлет Добеши. Вейвлет Хаара. Преобразование Адамара и его свойства. Быстрое вейвлет-преобразование.

7 Математические модели изображений

Модели непрерывных изображений. Пространственные спектры изображений. Вероятностные модели изображений и функции автокорреляции. Построение гистограмм изображений. Критерии качества изображений.

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | 1.1. Раздел дисциплины | 1.2. Лекции | 1.3. ПЗ |
|-------|--|-------------|---------|
| 1 | Классификация алгоритмов кодирования РС | * | * |
| 2 | Алгоритмы кодирования формы сигнала | * | * |

| | | | |
|----|--|---|---|
| 3 | Вокодеры | * | * |
| 4 | Гибридные методы кодирования РС | * | * |
| 5 | Применение алгоритмов кодирования РС | * | * |
| 6 | Субъективные алгоритмы оценки качества РС | * | * |
| 7 | Объективные алгоритмы оценки речевых сигналов | * | * |
| 8 | Сжатие сигналов МТКС. Субполосное кодирование сигналов. | * | * |
| 9 | Система анализа-синтеза. Пирамида Лапласа. Преобразование Габбора. | * | * |
| 10 | Наложение спектров. Квадратурно-зеркальные фильтры (КЗФ). | * | * |
| 11 | Основы теории вейвлет-преобразования сигналов. Основы теории кратномасштабного анализа сигналов МТКС. | * | * |
| 12 | Основы теории вейвлет-преобразования сигналов. Основы теории кратномасштабного анализа сигналов МТКС. | * | * |
| 13 | Дискретное вейвлет-преобразование. Условие полного восстановления сигналов. | * | * |
| 14 | Расчет фильтров с полным восстановлением. Фильтры Добеши. Биортогональные фильтры. | * | * |
| 15 | Вейвлет-пакетные разложения. Алгоритм одиночного дерева. Алгоритм полного дерева. Адаптивные алгоритмы. | * | * |
| 16 | Использование ВПР для кодирования сигналов МТКС. | * | * |
| 17 | Основы цветового представления изображения в радиотехнических системах. | * | * |
| 18 | Модели изображений и их линейные искажения. Преобразование изображения к одномерному сигналу. Методы обхода плоскости. | * | * |
| 19 | Стандарт сжатия изображений JPEG. | * | * |

| | | | |
|----|---|---|---|
| | Подготовка. Дискретное косинусное преобразование. Квантование. Вторичное кодирование. | | |
| 20 | Основы сжатия видеопотоков в МТКС. Структурная схема простого видеокодека. Методы компенсации движения. | * | * |
| 21 | Применение ВПР для сжатия видеопотоков. | * | * |
| 22 | Структурная схема модернизированного видеокодека. Стандарты сжатия видеопотоков mpeg1, mpeg2, mpeg4. | * | * |

4.2. Содержание разделов дисциплины

Методы первичного кодирования информации в РЭС

1 Кодеки речевых сигналов

1.1 Классификация алгоритмов кодирования РС

1.2 Алгоритмы кодирования формы сигнала

1.2.1 Импульсно-кодовая модуляция ИКМ (PCM - Pulse Code Modulation).

Рекомендация G.711

1.2.2 Блочная ИКМ (БИКМ).

1.2.3 Дифференциальная импульсно-кодовая модуляция ДИКМ (DPCM — Differential Pulse Code Modulation).

1.2.4 Адаптивная дифференциальная импульсно-кодовая модуляция (ADPCM - Adaptive Differential Pulse Code Modulation). Рекомендации G.721 и G.726

1.3 Вокодеры

1.3.1 Полосный вокодер

1.3.2 Ортогональные вокодеры

1.3.3 Гомоморфные вокодеры

1.3.4 Кодирование с линейным предсказанием (LPC — Linear Predictive Coding).

Рекомендации G.728, G.729, G.723

1.3.5 Кодирование речи методами анализа через синтез (AbS)

1.3.6 Векторное квантование и кодовые книги

1.4 Гибридные методы кодирования РС

1.4.1 Гибридные кодеры с частотным разбиением

1.4.2 CELP (CodeExcitedLinearPrediction)

1.4.3 Рекомендации G.723.1 и G.729

1.4.4 LD-CELP (Long-DelayCELP). Рекомендация G.728

1.4.5 Вокодеры с многополосным возбуждением

1.5 Применение алгоритмов кодирования РС

2 Оценка качества речевых сигналов

2.1 Субъективные алгоритмы оценки качества РС

2.1.1 Оценка качества речи по ГОСТ Р 50840-95

2.1.2 Оценка качества MOS

2.2 Объективные алгоритмы оценки

2.3 Оценка помехоустойчивости известных кодеков

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Методы кодирования аудио и видео информации»).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

1 Грузман И.С., Киричук В.С. Цифровая обработка изображений в информационных системах: учеб. пособие для вузов. Новосибирск: НГТУ. 2002. 352с

2 Гонсалес Р. Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера. 2006. 1070с.

3 Добеши И. Десять лекций по вейвлетам. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2001. 464с.

4 Блаттер К. Вейвлет анализ. Основы теории. М.: Техносфера. 2004.280с.

5 Трахтман А.М. Введение в обобщенную спектральную теорию сигналов. М.: Сов. радио, 1972. 208 с.

6 Основы разработки объектно-ориентированного программного обеспечения. Часть 1 [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: А.М. Гостин, А.Н. Сапрыкин. Рязань, 2014. 16 с. — Режим доступа: <http://elib.rsreu.ru/ebs/download/554>

7 Основы разработки объектно-ориентированного программного обеспечения. Часть 2 [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: А.М. Гостин, А.Н. Сапрыкин. Рязань, 2016. 16 с. — Режим доступа: <http://elib.rsreu.ru/ebs/download/558>

8 Основы разработки объектно-ориентированного программного обеспечения. Часть 3 [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. радиотехн. ун-т; сост.: А.М. Гостин, А.Н. Сапрыкин. Рязань, 2017. 16 с. — Режим доступа: <http://elib.rsreu.ru/ebs/download/567>

9. Назаров М.В., Прохоров Ю.Н. Методы цифровой обработки и передачи речевых сигналов, М.: Радио и связь.- 1985. -176 с.

10. Шелухин, О. И. Цифровая обработка и передача речи / Н. Ф. Лукьянцев; под ред. О.И. Шелухина. – М. : Радио и связь, 2000. – 456 с.

11. Беллами Дж. Цифровая телефония. - М, 1986. - 426 с.

12. Вокодерная телефония. Методы и проблемы. /Под ред. А.А. Пирогова. - М: Связь, 1974.

13. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. - М: Мир, 1978. – 576 с.
14. Рабинер Л.Р., Шафер Р.В. Цифровая обработка речевых сигналов. - М: Радио и связь, 1981. -634 с.
15. Сапожков М.А., Михайлов В.Г. Вокодерная связь. - М: Радио и связь, 1983.- 386 с.

6.2. Дополнительная литература

1. ITU-T Recommendation G.107. The E-model, a computational model for use in transmission planning.
2. ITU-T Recommendation G.
3. Application of the E-model: a planning guide.
4. Transmission impairments. 1996. ITU-T Recommendation G. 114. One-way transmission time. 1996.
5. ITU-T Recommendation G.723.
6. Dual rate speech coder for multimedia communications transmitting at 5.3 AND 6.3 kbit/s, 1996. ITU-T Recommendation G.726. 40, 32, 24, 16 Differential Pulse Code Modulation (ADPCM), 1990.
7. ITU-T Recommendation G.
8. Coding of Speech at Using Low-Delay Code Excited Linear Prediction, 1992. 31 ITU-T Recommendation G.15. Coding (CS-ACELP), 1996.
9. ITU-T Recommendation P.16. Methods for subjective determination of transmission quality.
10. ITU-T Recommendation P.
11. Subjective performance assessment of telephone-band and wideband digital codecs. 1996. 34 ITU-T Recommendation P.
12. Objective quality measurement of telephone-band (300-3400 Hz) (PSQM). 1998. 35 ITU-T Recommendation P.
13. Techniques for Harmonic Sinusoidal Coding by David Grant Rowe, Bachelor of Engineering in Electronic Engineering School of Physics and Electronic Systems Engineering Faculty of Information Technology 07.1

7. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

– Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.

– 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>

– Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю. – URL: <http://elib.rsreu.ru/>

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

1. Операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно);
2. Операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, номер подписки ID 700565239, бессрочно);
3. Kaspersky Endpoint Security (Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595, срок действия с 25.02.2018 по 05.03.2019);
4. LibreOffice
5. Adobe acrobat reader
6. Справочная правовая система «Консультант Плюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для освоения дисциплины необходимы следующие материально-технические ресурсы:

- 1) аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, оборудованная маркерной (меловой) доской и проектором;
- 2) аудитория для самостоятельной работы, оснащенная индивидуальной компьютерной техникой с подключением к локальной вычислительной сети и сети Интернет.

| | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень специализированного оборудования |
|--|---|--|
| | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, №516 лабораторный корпус | 56 мест, 1 мультимедиа проектора, 1 экран, 1 интерактивная доска, компьютер, специализированная мебель, доска |
| | Аудитория для самостоятельной работы, № 502 лабораторный корпус | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду |

Программу составил
к.т.н., доцент кафедры
«Радиоуправления и связи»

В.Т. Дмитриев

5. Adobe acrobat reader
6. Справочная правовая система «Консультант Плюс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для освоения дисциплины необходимы следующие материально-технические ресурсы:

- 1) аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, оборудованная маркерной (меловой) доской и проектором;
- 2) аудитория для самостоятельной работы, оснащенная индивидуальной компьютерной техникой с подключением к локальной вычислительной сети и сети Интернет.

| | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Перечень специализированного оборудования |
|--|---|--|
| | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, №516 лабораторный корпус | 56 мест, 1 мультимедиа проектора, 1 экран, 1 интерактивная доска, компьютер, специализированная мебель, доска |
| | Аудитория для самостоятельной работы, № 502 лабораторный корпус | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду |

Программу составил
к.т.н., доцент кафедры
«Радиоуправления и связи»



В.Т. Дмитриев