

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Сети и системы передачи информации

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

11.05.02 - Специальные радиотехнические системы

Направленность образовательной программы

Радиотехнические системы и комплексы специального назначения

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 Сети и системы передачи информации относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-2: Способен проводить математическое и компьютерное моделирование, моделирование, а также экспериментальные исследования объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений	ПК-2.1: Понимает основы моделирования и компьютерного проектирования радиоэлектронных средств, стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники ПК-2.2: Понимает математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиоэлектронных средств ПК-2.3: Применяет компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств ПК-2.4: Проводит экспериментальные исследования в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений	ПК-2.1: Знает приёмы программирования в среде LabVIEW, основные функции для обработки сигналов в библиотеке Modulation Toolkit. ПК-2.2: Понимает математические модели информационного радиосигнала с различными видами модуляции. ПК-2.3: Умеет создавать программы в среде программирования LabVIEW для моделирования алгоритмов обработки сигналов, применяемых в системах связи. ПК-2.4: Умеет применять разработанные программы моделирования алгоритмов обработки сигналов, применяемых в системах связи, для анализа и оптимизации параметров систем связи.	Практическое задание	Экзамен: Практическое задание

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	38
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Основы построения систем передачи информации	8	0	4	4	4
Обзор компьютерных программ для моделирования радиоэлектронных средств	2	0	1	1	1
Основы работы в среде графического программирования LabView	19	0	6	6	13
Обзор возможностей библиотеки функций Modulation Toolkit для среды LabView	2	0	2	2	0
Практическое изучение основных функций библиотеки Modulation Toolkit	29	0	9	9	20
Назначение и обзор возможностей программируемой радиосистемы USRP	1	0	1	1	0
Практическое изучение программируемой радиосистемы USRP	9	0	9	9	0
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	108	0	32	34	38

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Основы построения систем передачи информации.

Структурная схема систем электросвязи. Обзор основных способов кодирования и модуляции в системах связи.

Тема 2. Обзор компьютерных программ для моделирования радиоэлектронных средств.

Назначение, возможности и особенности современных программных средств компьютерного моделирования и разработки в области радиоэлектроники (MATLAB, LabView, PCAD, CST Studio Suite, MULTISIM, Micro-Cap).

Тема 3. Основы работы в среде графического программирования LabView.

Инструменты среды LabVIEW, типы данных, структуры, обзор основных функций, подпрограммы, средства построения графиков, примеры написания программ.

Тема 4. Обзор возможностей библиотеки функций Modulation Toolkit для среды LabView.

Функции библиотеки Modulation Toolkit: функции модуляции/демодуляции, кодирования/декодирования, функции внесения искажений, функции измерений и визуализации, вспомогательные функции.

Тема 5. Практическое изучение основных функций библиотеки Modulation Toolkit.

Написание программ с использованием функций библиотеки Modulation Toolkit.

Тема 6. Назначение и обзор возможностей программируемой радиосистемы USRP.

Назначение, выполняемые функции, блок-схема устройства NI USRP-2901, технические характеристики, обзор функций программного интерфейса.

Тема 7. Практическое изучение программируемой радиосистемы USRP.

Написание программ с использованием функций программного интерфейса устройства NI USRP-2901 для передачи и приёма радиосигналов.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

1. Самостоятельная работа обучающихся состоит в изучении рекомендованной литературы по заданным на практических занятиях темам, а также выполнении практических заданий на ПК.

2. Ивлев Дмитрий Николаевич. Цифровые каналы передачи данных : учебно-методическое пособие / Д. Н. Ивлев ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2013. - 53 с. - Текст : электронный.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

1. Разработать виртуальный прибор, генерирующий цифровой сигнал заданного вида (выбор из сигналов: синусоида, периодическая последовательность прямоугольных импульсов, гауссовский шум, последовательность треугольных импульсов) и с заданными параметрами (амплитуда, частота, фаза, частота дискретизации, длина сигнала во времени). Параметры и тип сигнала должны задаваться на панели управления виртуального прибора. Сгенерированный сигнал должен быть выведен на график.
2. Разработать виртуальный прибор, генерирующий цифровой сигнал в виде гауссовского шума и фильтрующий его с помощью фильтра нижних частот с заданными параметрами (частота среза, порядок).

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Практическое задание выполнено без ошибок или с негрубыми ошибками. Получено не более 2 неправильных ответов на вопросы по практическому заданию.
не зачтено	Практическое задание не выполнено или выполнено с грубыми ошибками, либо получено более 2 неправильных ответов на вопросы по практическому заданию.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без

			задания, но не в полном объеме	все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	объеме, но некоторые с недочетами	несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Создать программу в среде LabVIEW, выполняющую имитационное моделирование алгоритмов модуляции/демодуляции сигнала комплексной огибающей с модуляцией BPSK. Программа должна построить полученный путём имитационного моделирования график зависимости вероятности битовой

ошибки от энергетического отношения сигнал/шум. В графическом интерфейсе пользователя программы должны задаваться следующие параметры: диапазон изменения отношения сигнал/шум, количество бит преамбулы в кадре, количество информационных бит в кадре, количество выборок на символ, тип и параметры фильтра. Также должны быть выведены на графики: действительная и мнимая части комплексной огибающей в передатчике и приёмнике, сигнальное созвездие, глазковая диаграмма.

2. Создать программу в среде LabVIEW, выполняющую имитационное моделирование алгоритмов модуляции/демодуляции сигнала комплексной огибающей с модуляцией DBPSK. Программа должна построить полученный путём имитационного моделирования график зависимости вероятности битовой ошибки от энергетического отношения сигнал/шум. В графическом интерфейсе пользователя программы должны задаваться следующие параметры: диапазон изменения отношения сигнал/шум, количество бит преамбулы в кадре, количество информационных бит в кадре, количество выборок на символ, тип и параметры фильтра. Также должны быть выведены на графики: действительная и мнимая части комплексной огибающей в передатчике и приёмнике, сигнальное созвездие, глазковая диаграмма.

3. Создать программу в среде LabVIEW, выполняющую имитационное моделирование алгоритмов модуляции/демодуляции сигнала комплексной огибающей с модуляцией PSK-8. Программа должна построить полученный путём имитационного моделирования график зависимости вероятности битовой ошибки от энергетического отношения сигнал/шум. В графическом интерфейсе пользователя программы должны задаваться следующие параметры: диапазон изменения отношения сигнал/шум, количество бит преамбулы в кадре, количество информационных бит в кадре, количество выборок на символ, тип и параметры фильтра. Также должны быть выведены на графики: действительная и мнимая части комплексной огибающей в передатчике и приёмнике, сигнальное созвездие, глазковая диаграмма.

4. Создать программу в среде LabVIEW, выполняющую имитационное моделирование алгоритмов модуляции/демодуляции сигнала комплексной огибающей с модуляцией QAM-16. Программа должна построить полученный путём имитационного моделирования график зависимости вероятности битовой ошибки от энергетического отношения сигнал/шум. В графическом интерфейсе пользователя программы должны задаваться следующие параметры: диапазон изменения отношения сигнал/шум, количество бит преамбулы в кадре, количество информационных бит в кадре, количество выборок на символ, тип и параметры фильтра. Также должны быть выведены на графики: действительная и мнимая части комплексной огибающей в передатчике и приёмнике, сигнальное созвездие, глазковая диаграмма.

5. Создать программу в среде LabVIEW, выполняющую имитационное моделирование алгоритмов модуляции/демодуляции сигнала комплексной огибающей с модуляцией FSK-4. Программа должна построить полученный путём имитационного моделирования график зависимости вероятности битовой ошибки от энергетического отношения сигнал/шум. В графическом интерфейсе пользователя программы должны задаваться следующие параметры: диапазон изменения отношения сигнал/шум, количество бит преамбулы в кадре, количество информационных бит в кадре, количество выборок на символ, тип и параметры фильтра. Также должны быть выведены на графики: действительная и мнимая части комплексной огибающей в передатчике и приёмнике, сигнальное созвездие, глазковая диаграмма.

6. Создать программу в среде LabVIEW, выполняющую имитационное моделирование алгоритмов модуляции/демодуляции сигнала комплексной огибающей с модуляцией BPSK. Программа должна построить полученный путём имитационного моделирования график зависимости вероятности битовой ошибки от величины частотной расстройки (в Герцах). Шум не добавляется. В графическом интерфейсе пользователя программы должны задаваться следующие параметры: диапазон изменения частотной расстройки, количество бит преамбулы в кадре, количество информационных бит в кадре, количество выборок на символ, тип и параметры фильтра. Также должны быть выведены на графики:

действительная и мнимая части комплексной огибающей в передатчике и приёмнике, сигнальное созвездие, глазковая диаграмма.

7. Создать программу в среде LabVIEW, выполняющую имитационное моделирование алгоритмов модуляции/демодуляции сигнала комплексной огибающей с модуляцией DBPSK. Программа должна построить полученный путём имитационного моделирования график зависимости вероятности битовой ошибки от величины частотной расстройки (в Герцах). Шум не добавляется. В графическом интерфейсе пользователя программы должны задаваться следующие параметры: диапазон изменения частотной расстройки, количество бит преамбулы в кадре, количество информационных бит в кадре, количество выборок на символ, тип и параметры фильтра. Также должны быть выведены на графики: действительная и мнимая части комплексной огибающей в передатчике и приёмнике, сигнальное созвездие, глазковая диаграмма.

8. Создать программу в среде LabVIEW, выполняющую имитационное моделирование алгоритмов модуляции/демодуляции сигнала комплексной огибающей с модуляцией PSK-8. Программа должна построить полученный путём имитационного моделирования график зависимости вероятности битовой ошибки от величины частотной расстройки (в Герцах). Шум не добавляется. В графическом интерфейсе пользователя программы должны задаваться следующие параметры: диапазон изменения частотной расстройки, количество бит преамбулы в кадре, количество информационных бит в кадре, количество выборок на символ, тип и параметры фильтра. Также должны быть выведены на графики: действительная и мнимая части комплексной огибающей в передатчике и приёмнике, сигнальное созвездие, глазковая диаграмма.

9. Создать программу в среде LabVIEW, выполняющую имитационное моделирование алгоритмов модуляции/демодуляции сигнала комплексной огибающей с модуляцией QAM-16. Программа должна построить полученный путём имитационного моделирования график зависимости вероятности битовой ошибки от величины частотной расстройки (в Герцах). Шум не добавляется. В графическом интерфейсе пользователя программы должны задаваться следующие параметры: диапазон изменения частотной расстройки, количество бит преамбулы в кадре, количество информационных бит в кадре, количество выборок на символ, тип и параметры фильтра. Также должны быть выведены на графики: действительная и мнимая части комплексной огибающей в передатчике и приёмнике, сигнальное созвездие, глазковая диаграмма.

10. Создать программу в среде LabVIEW, выполняющую имитационное моделирование алгоритмов модуляции/демодуляции сигнала комплексной огибающей с модуляцией FSK-4. Программа должна построить полученный путём имитационного моделирования график зависимости вероятности битовой ошибки от величины частотной расстройки (в Герцах). Шум не добавляется. В графическом интерфейсе пользователя программы должны задаваться следующие параметры: диапазон изменения частотной расстройки, количество бит преамбулы в кадре, количество информационных бит в кадре, количество выборок на символ, тип и параметры фильтра. Также должны быть выведены на графики: действительная и мнимая части комплексной огибающей в передатчике и приёмнике, сигнальное созвездие, глазковая диаграмма.

11. Создать программу в среде LabVIEW, выполняющую имитационное моделирование алгоритмов модуляции/демодуляции сигнала комплексной огибающей с модуляцией BPSK. Программа должна построить полученный путём имитационного моделирования график зависимости вероятности битовой ошибки от величины разбалансировки усиления в синфазном и квадратурном каналах модулятора (в децибелах). Шум не добавляется. В графическом интерфейсе пользователя программы должны задаваться следующие параметры: диапазон изменения величины разбалансировки усиления в синфазном и квадратурном каналах модулятора, количество бит преамбулы в кадре, количество

информационных бит в кадре, количество выборок на символ, тип и параметры фильтра. Также должны быть выведены на графики: действительная и мнимая части комплексной огибающей в передатчике и приёмнике, сигнальное созвездие, глазковая диаграмма.

12. Создать программу в среде LabVIEW, выполняющую имитационное моделирование алгоритмов модуляции/демодуляции сигнала комплексной огибающей с модуляцией PSK-8. Программа должна построить полученный путём имитационного моделирования график зависимости вероятности битовой ошибки от величины разбалансировки усиления в синфазном и квадратурном каналах модулятора (в децибелах). Шум не добавляется. В графическом интерфейсе пользователя программы должны задаваться следующие параметры: диапазон изменения величины разбалансировки усиления в синфазном и квадратурном каналах модулятора, количество бит преамбулы в кадре, количество информационных бит в кадре, количество выборок на символ, тип и параметры фильтра. Также должны быть выведены на графики: действительная и мнимая части комплексной огибающей в передатчике и приёмнике, сигнальное созвездие, глазковая диаграмма.

13. Создать программу в среде LabVIEW, выполняющую имитационное моделирование алгоритмов модуляции/демодуляции сигнала комплексной огибающей с модуляцией FSK-4. Программа должна построить полученный путём имитационного моделирования график зависимости вероятности битовой ошибки от величины разбалансировки усиления в синфазном и квадратурном каналах модулятора (в децибелах). Шум не добавляется. В графическом интерфейсе пользователя программы должны задаваться следующие параметры: диапазон изменения величины разбалансировки усиления в синфазном и квадратурном каналах модулятора, количество бит преамбулы в кадре, количество информационных бит в кадре, количество выборок на символ, тип и параметры фильтра. Также должны быть выведены на графики: действительная и мнимая части комплексной огибающей в передатчике и приёмнике, сигнальное созвездие, глазковая диаграмма.

14. Создать программу в среде LabVIEW, выполняющую имитационное моделирование алгоритмов модуляции/демодуляции сигнала комплексной огибающей с модуляцией QAM-16. Программа должна построить полученный путём имитационного моделирования график зависимости вероятности битовой ошибки от величины разбалансировки усиления в синфазном и квадратурном каналах модулятора (в децибелах). Шум не добавляется. В графическом интерфейсе пользователя программы должны задаваться следующие параметры: диапазон изменения величины разбалансировки усиления в синфазном и квадратурном каналах модулятора, количество бит преамбулы в кадре, количество информационных бит в кадре, количество выборок на символ, тип и параметры фильтра. Также должны быть выведены на графики: действительная и мнимая части комплексной огибающей в передатчике и приёмнике, сигнальное созвездие, глазковая диаграмма.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Практическое задание выполнено без ошибок. Получены правильные ответы на вопросы по практическому заданию.
отлично	Практическое задание выполнено с незначительными ошибками. Получены правильные ответы на вопросы по практическому заданию.
очень хорошо	Практическое задание выполнено с незначительными ошибками, допустим 1 неправильный ответ на вопросы по практическому заданию.

Оценка	Критерии оценивания
хорошо	Практическое задание выполнено с 1 негрубой ошибкой, допустим 1 неправильный ответ на вопросы по практическому заданию.
удовлетворительно	Практическое задание выполнено с несколькими негрубыми ошибками, допустимы не более 2 неправильных ответов на вопросы по практическому заданию.
неудовлетворительно	Практическое задание выполнено с грубыми ошибками, либо получено более 2 неправильных ответов на вопросы по практическому заданию.
плохо	Практическое задание не выполнено.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Ивлев Дмитрий Николаевич. Цифровые каналы передачи данных : учебно-методическое пособие / Д. Н. Ивлев ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2013. - 53 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850764&idb=0>.
2. Феер Камило. Беспроводная цифровая связь = Wireless Digital Communications : Методы модуляции и расширения спектра / пер. с англ. под ред. В. И. Журавлева. - М. : Радио и связь, 2000. - 520 с. - ISBN 5-256-01444-7, 0-13-09861 : 230.00., 47 экз.
3. Трэвис Дж. LabVIEW для всех : монография / Трэвис Дж.; Кринг Дж. - Москва : ДМК-пресс, 2023. - 905 с. - ISBN 978-5-89818-491-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=912718&idb=0>.
4. Суранов А.Я. LabVIEW 8.20. Справочник по функциям : справочник / Суранов А.Я. - Москва : ДМК-пресс, 2023. - 537 с. - ISBN 978-5-89818-456-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=912683&idb=0>.
5. Федосов В.П. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW : учебное пособие / Федосов В.П.; Нестеренко А.К. - Москва : ДМК-пресс, 2023. - 470 с. - ISBN 978-5-89818-396-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=878956&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Прокис Джон Дж. Цифровая связь = Digital Communications : пер. с англ. под ред. Д. Д. Кловского. - М. : Радио и связь, 2000. - 800 с. : ил. - ISBN 5-256-01434-X, 007-051726 : 190.00., 3 экз.
2. Лузин Виктор Иванович. Основы формирования, передачи и приема цифровой информации : Учебное пособие / Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. - Москва : Издательство "СОЛОН-Пресс", 2020. - 316 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-321-01961-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=792430&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Среда графического программирования LabVIEW2021

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Программируемая радиосистема NI USRP-2901

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 11.05.02 - Специальные радиотехнические системы.

Автор(ы): Ивлев Дмитрий Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент.

Рецензент(ы): Грач Савелий Максимович, доктор физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Фитасов Евгений Сергеевич, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 16.01.2024 г., протокол № №1.