

**Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»
Факультет математики, информационных и авиационных технологий**

Кафедра телекоммуникационных технологий и сетей

Смагин А.А.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума
и самостоятельной работы
по дисциплине

Программно-определяемые устройства

для студентов направлений

11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Профиль: Интеллектуальные телекоммуникационные системы и сети



Ульяновск
2023

Методические рекомендации по направлению 11.04.02 **инфокоммуникационные технологии и системы связи** предназначены для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы по дисциплине «Программно-определяемые устройства».

В методических рекомендациях приведены литература по дисциплине, темы дисциплины и вопросы в рамках каждой темы. Приведены рекомендации по изучению теоретического материала, контрольные вопросы для самоконтроля, задания для самостоятельной работы, задачи и упражнения для самостоятельной подготовки к семинарам или полностью самостоятельного освоения практических навыков, задания для лабораторного практикума и рекомендации по их выполнению.

Рекомендованы к введению в образовательный процесс

Учёным советом факультета математики, информационных и авиационных технологий
УлГУ

протокол № 3/23 от «18» апреля 2023 г.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации.

Подготовка к занятиям семинарского типа включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цели освоения дисциплины: достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Задачи освоения дисциплины: приобретение в рамках освоения предусмотренного курсом занятий следующих знаний, умений и навыков, характеризующих определённый уровень сформированности **целевых** компетенций

знать:

классы методов и алгоритмов машинного обучения, принципы построения моделей машинного обучения и методы разработки систем искусственного интеллекта

методы проведения и анализа экспериментальных испытаний работоспособности систем, логические методы и приемы научного исследования;

методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними; основные особенности научного метода познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений в профессиональной деятельности;

технические характеристики и экономические показатели отечественных и зарубежных разработок в области радиоэлектронной техники, действующие нормативные требования и государственные стандарты

уметь:

ставить задачи и адаптировать методы и алгоритмы машинного обучения

применять современные инструментальные методы и средства машинного обучения

проводить сравнительный анализ методов искусственного интеллекта

ставить задачи проведения экспериментальных испытаний работоспособности интеллектуальных систем

применять логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, концепции, источники знания и приемы работы с ними ; основные методы научного познания; программно-целевые методы решения научных проблем; основы моделирования управленческих решений; динамические модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений в профессиональной деятельности

осуществлять патентный поиск, проводить сбор, анализ и систематизацию научно-исследовательской информации, формулировать цели и задачи научно-исследовательских работ в области создания и проектирования радиоэлектронных устройств и систем, разрабатывать техническое задание, требования и условия на разработку и проектирование радиоэлектронных устройств и систем.

Владеть:

навыками адаптации современных методов машинного обучения для практического решения профессиональных задач

навыками оценки и аргументированного выбора моделей и инструментальных средств машинного обучения

навыками выбора эффективных методов разработки интеллектуальных систем

навыками проведения экспериментальных испытаний работоспособности систем, анализировать результаты и вносить изменения

навыками разработки и анализу вариантов создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы и критического мышления; прогнозу последствий, поиск компромиссных решений в условиях многокритериальности

навыками разработки и анализу вариантов создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы и критического мышления; прогнозу последствий, поиск компромиссных решений в условиях многокритериальности.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основное требование к результатам освоения дисциплины: приобретение в рамках освоения предусмотренного курсом занятий следующих знаний, умений и навыков, характеризующих определённый уровень сформированности целевых компетенций:

ПК-2 (ПК-4и) - способен адаптировать и применять методы и алгоритмы машинного обучения для решения прикладных задач в раз-личных предметных областях

ПК-3 (ПК-2и) - способен выбирать и участвовать в проведении экспериментальной проверки работоспособности программных платформ систем искусственного интеллекта по обеспечению требуемых критериев эффективности и качества функционирования

ПК-6 - способен использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательски х работах в области ИКТиСС, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем.

3. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

3.2. Объем дисциплины в зачётных единицах (всего 3)

3.3. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах 108)

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения очная)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		1	2	3
1	2	3	4	5
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	36	36	-	-
Аудиторные занятия:	36	36	-	-
лекции	18	18	-	-
Семинары и практические занятия	18	18	-	-
Лабораторные работы, практикумы			-	-
Самостоятельная работа	72	72	-	-
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, коллоквиум, рефераты др.(не менее 2 видов)	тестирование, реферат	тестирование, реферат	-	-
Курсовая работа			-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачет	зачет	-	-
Всего часов по дисциплине	108	108	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1. Введение в программно-определяемые устройства

Тема 1. Создание блок-схем в GNURadio

Тема 2. Моделирование цифрового повышающего преобразователя и цифрового понижающего преобразователя

Раздел 2. Цифровая модуляция

Тема 3. Формирование QPSK символа

Тема 4. Влияние искажений в канале связи на QPSK сигнал

Раздел 3. Адаптация системы связи к состоянию канала

Тема 5. Синхронизация времени, частоты и фазы в приемнике QPSK сигнала

Тема 6. Использование эквалайзера на основе машинного обучения для коррекции искажений в многолучевом радиоканале

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
1. Введение в программно-определяемые устройства	32	ПК-3 (ПК-2и)
Лабораторная работа. Создание блок-схем в GNURadio	2	
Лабораторная работа. Моделирование цифрового повышающего преобразователя и цифрового понижающего преобразователя	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1. Цифровое представление сигналов 2. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи	28	
2. Цифровая модуляция	36	ПК-6
Лабораторная работа. Формирование QPSK символа	4	
Лабораторная работа. Влияние искажений в канале связи на QPSK сигнал	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Цифровая модуляция Модели многолучевых каналов связи	28	
3. Адаптация системы связи к состоянию канала	40	ПК-2 (ПК-4и)
Лабораторная работа. Синхронизация времени, частоты и фазы в приемнике QPSK сигнала	6	

Лабораторная работа. Использование эквалайзера на основе машинного обучения для коррекции искажений в многолучевом радиоканале	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1. Схемы временной, частотной и фазовой синхронизации. 2. Машинное обучение на основе регрессии и его применение для определения характеристики корректирующего эквалайзера.	28	

5. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Раздел 1. Введение в программно-определяемые устройства

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение

1. Цифровое представление сигналов
2. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи

Раздел 2. Цифровая модуляция

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение

1. Цифровая модуляция
2. Модели многолучевых каналов связи

Раздел 3. Адаптация системы связи к состоянию канала

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение

1. Схемы временной, частотной и фазовой синхронизации.
2. Машинное обучение на основе регрессии и его применение для определения характеристики корректирующего эквалайзера.

6. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Раздел 1. Введение в программно-определяемые устройства

Лабораторная работа 1. Создание блок-схем в GNURadio

Лабораторная работа 2. Моделирование цифрового повышающего преобразователя и цифрового понижающего преобразователя

Раздел 2. Цифровая модуляция

Лабораторная работа 3. Формирование QPSK символа

Лабораторная работа 4. Влияние искажений в канале связи на QPSK сигнал

Раздел 3. Адаптация системы связи к состоянию канала

Лабораторная работа 5. Синхронизация времени, частоты и фазы в приемнике QPSK сигнала

Лабораторная работа 6. Использование эквалайзера на основе машинного обучения для коррекции искажений в многолучевом радиоканале

7. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Какие блоки используются для формирования простых сигналов (постоянный, гармонический, прямоугольный, треугольный) в GNU Radio Companion?
2. Какие блоки используются для отображения сигналов во временной и частотной областях в GNU Radio Companion?
3. Какие блоки используются для совершения простых математических операций над сигналами (слежение, умножение, преобразование комплексных сигналов в действительные и обратно)?
4. Назовите параметры для настройки ФНЧ?
5. Какой блок используется для преобразования информационных бит в символы цифровой модуляции? Расскажите его принцип работы для фазовой манипуляции?
6. В чем заключается принцип формирования формы импульса?
7. Как смоделировать искажения в канале? Опишите параметры модели канала?
8. Назовите причины возникновения многолучевости в канале связи. Как смоделировать многолучевой канал связи?
9. Какой блок используется для восстановления синхронизации между передатчиком и приемником? Опишите его параметры?
10. Какой блок используется для синхронизации фазы и точной частоты? Опишите его параметры?
11. Опишите принцип работы эквалайзера для коррекции искажения в канале.
12. Опишите принцип обучения эквалайзера на основе наименьших средних квадратов.
13. Смоделируйте передатчик с цифровой манипуляцией QPSK. Посчитайте его спектр.
14. Постройте графики сигнала во временной и частотной области и диаграмму созвездия.
15. Проанализируйте как влияет коэффициент спада RRC фильтра на передатчике на спектр QPSK сигнала.
16. Проанализируйте как меняется спектр QPSK сигнала после добавления RRC

фильтра на приеме.

17. Проанализируйте как влияют искажения канала (шум, сдвиг по времени и сдвиг по частоте)

на форму сигнала, его спектр и диаграмму созвездия.

18. Проанализируйте влияние алгоритма многофазного восстановления синхронизации в приемнике на диаграмму созвездия QPSK сигнала.

19. Постройте схему, показывающую частотную характеристику многолучевого канала в зависимости от импульсной характеристики.

20. Проанализируйте как влияет эквалайзирование сигнала в приемнике на диаграмму созвездия QPSK сигнала.

21. Проанализируйте влияние коррекции фазы и точной частоты на диаграмму созвездия QPSK сигнала.

22. Декодируйте принятый сигнал и сравните его с передаваемым

8. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения: очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
Введение в программно-определяемые устройства	чтение основной и дополнительной литературы, самостоятельное изучение материала по литературным источникам;	13	опрос
Цифровое представление сигналов	чтение основной и дополнительной литературы, самостоятельное изучение материала по литературным источникам;	13	опрос
Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи	чтение основной и дополнительной литературы, самостоятельное изучение материала по литературным источникам;	13	опрос
Цифровая модуляция	чтение основной и дополнительной литературы, самостоятельное изучение материала по литературным источникам;	14	Проверка решения задач
Модели многолучевых каналов связи	самостоятельное выполнение практических заданий репродуктивного типа (ответы на вопросы, тренировочные упражнения, задачи, тесты);	13	опрос
Адаптация	самостоятельное выполнение	13	Проверка

системы связи к состоянию канала	практических заданий репродуктивного типа (ответы на вопросы, тренировочные упражнения, задачи, тесты);		решения задач
Схемы временной, частотной и фазовой синхронизации.	самостоятельное выполнение практических заданий репродуктивного типа (ответы на вопросы, тренировочные упражнения, задачи, тесты);	13	Проверка решения задач
Машинное обучение на основе регрессии и его применение для определения характеристики корректирующего эквалайзера.	чтение основной и дополнительной литературы, самостоятельное изучение материала по литературным источникам;	13	опрос

Самостоятельная работа студентов проходит согласно методическим рекомендациям для семинарских и (практических) занятий, и самостоятельной работы по дисциплине «Программно-определяемые устройства» для студентов направлений всех направлений, изучающих дисциплину «Программно-определяемые устройства», представленным в списке литературы в рабочей программе.

Шкала оценивания включает :

- уровень сформированности элементов компетенции
- критерии оценивания
- шкала оценивания
- пороговый уровень

Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий Зачтено

№ п/п	№ раздела	Тематика самостоятельной работы (детализация)	Трудо- емкость (час.)	Компетенции ОК, ОПК, ПК	Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом. задание, и т.д)
1.	1	Проработка лекционного материала	18	ПК-2 (ПК-4и); ПК-3 (ПК-2и);	Конспект, раб. тетрадь, тест контр.
2.	2	Подготовка к практическим м работам и	18	ПК-2 (ПК-4и); ПК-3 (ПК-2и);	Конспект, раб. тетрадь, тест контр.

4.	3	Подготовка к контрольному тестированию	18	ПК-2 (ПК-4и); ПК-3 (ПК-2и);	Конспект, раб. тетрадь, тест контр.
----	---	--	----	--------------------------------	-------------------------------------

9. Оценочные средства текущего контроля

Таблица Балльные оценки для элементов контроля (зачет, лекции, практика, лабораторные работы)

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	4	4	4	12
Тестовый контроль	9	8	8	25
Контрольные работы на практических занятиях	9	9	6	24
Выполнение заданий на семинарах		12	15	27
Компонент своевременности	4	4	4	12
Итого максимум за период:	26	37	37	100
Нарастающим итогом	26	63	100	100

Таблица - Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	E (посредственно)
	60 - 64	F (неудовлетворительно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

- **Критерии оценивания** – правильное решение задач;
- показатель оценивания – процент правильно решённых задач;
- шкала оценивания(оценка) – выделено 4 уровня оценивания компетенций:
высокий (отлично) - более 80% правильно решённых задач;
достаточный (хорошо) – от 60 до 80 % правильно решённых задач;
пороговый (удовлетворительно) – от 50 до 60% правильно решённых задач;
критический (неудовлетворительно) – менее 50% правильно решённых задач.

Оценка	Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Отлично	Высокий уровень	Обучающийся ясно изложил методику решения задач, обосновал выполненное решение точной ссылкой на формулы, правила и т.д.;
Хорошо	Повышенный	Обучающийся ясно изложил методику решения задач, но в

	уровень	обосновании решения имеются сомнения в точности ссылки на формулы, правила и т.д.;
Удовлетворительно	Пороговый уровень	Обучающийся изложил условие задачи, решение обосновал общей ссылкой на формулы, правила и т.д.;
Неудовлетворительно	Минимальный уровень не достигнут	Обучающийся не выполнил задания для самостоятельной работы, не уяснил условие задачи, решение не обосновал ссылкой на формулы, правила и т.д.

Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/ или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе тестирования

Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная

1. Скляр, Бернард. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение [Текст] / Б. Скляр ; [пер. с англ.]. 2-е изд., испр. М.: Вильямс, 2004. - 1099 с. ISBN 5-8459-0497-8.
2. Макшанов, А. В. Большие данные. Big Data [Электронный ресурс] / Макшанов А. В., Журавлев А. Е., Тындыкарь Л. Н. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 188 с. ISBN 978-5-8114-9690-7.

дополнительная

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

учебно-методическая

1. Программно-определяемые устройства: методические рекомендации для семинарских (практических) занятий, лабораторного практикума и самостоятельной работы студентов направления 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи профиль: «Интеллектуальные телекоммуникационные системы и сети» / А. А. Смагин ; УлГУ, ФМИиАТ. - 2023. - Неопубликованный ресурс. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/15267>. - Режим доступа: ЭБС УлГУ. - Текст : электронный.

Согласовано:

Специалист ведущий НБ УлГУ
Должность сотрудника научной библиотеки

Боброва Н.А.
ФИО


подпись

11.05.23 г.
дата

б) Программное обеспечение

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, офисный пакет приложений Microsoft Office, языки программирования C++, Object Pascal (Delphi), прикладные программы, Matlab, Statistica Base for Windows v.6 Russian Education Сетевые версии, Math Type Single User 5-9 Academic (Windows) и др.

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2023]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство «ЮРАЙТ». – Москва, [2023]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2023]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2023]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2023]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС **Znanium.com** : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2023]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : Консультант Плюс, [2023].

3. Базы данных периодических изданий:

3.1. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2023]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.2. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД «Гребенников». – Москва, [2023]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2023]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

6. Электронная библиотечная система УлГУ : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

г) Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).

1. Мультимедиа-презентации на лекционных и практических занятиях.
2. Microsoft Office: WORD, Power Point, Exsel

