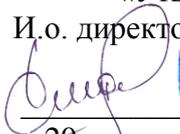




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП
 Артемьева И.Л.

«Утверждаю»
И.о. директора департамента
 Смагин С.В.
« 20 » июня 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Технологии сотовой связи

Направление подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»
(Перспективные методы искусственного интеллекта в сетях передачи и обработки данных)

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3
лекции 36 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы 0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
самостоятельная работа 36 час.
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.
контрольные работы (количество) не предусмотрены
курсовая работа/курсовой проект не предусмотрены
зачет не предусмотрен
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 10.01.2018 № 13 (с изменениями и дополнениями).

Рабочая программа составлена на основе разработанной и утвержденной Ученым советом факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (протокол № 7 от «29» сентября 2021 г.) РПД «Технологии сотовой связи».

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента программной инженерии и искусственного интеллекта ИМиКТ ДВФУ, протокол № 6.1а от «17» июня 2022 г.

И.о. директора департамента программной инженерии и искусственного интеллекта ИМиКТ ДВФУ
к.т.н. Смагин С.В.

Составитель (ли): профессор департамента ПИИИ ИМиКТ ДВФУ д.т.н. Артемьева И.Л., Бахмуrow А.Г. к.ф.-м.н., с.н.с, факультет ВМК МГУ имени М.В.Ломоносова, Терентьев С.В. к.т.н., доцент, факультет ВМК МГУ имени М.В.Ломоносова.

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от «_____» _____ 200 г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:

Протокол от «_____» _____ 200 г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа дисциплины разработана при участии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» в рамках Соглашения о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий на разработку программ бакалавриата и программ магистратуры по профилю «искусственный интеллект», а также Программы развития «Образовательного комплекса по Искусственному Интеллекту» МГУ имени М.В. Ломоносова на период 2021-2024 гг. от 27 сентября 2021 г.

Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: изучение современных технологий сотовых сетей для создания интерпретируемых интеллектуальных систем, формирование у студентов умений и навыков практической реализации технологий построения и функционирования сотовых сетей.

Задачи:

1. формирование у обучающихся навыков построения сотовых сетей;
2. развитие у обучающихся умений и навыков применять физический и каналный уровни технологий LTE и NR;
3. развитие у обучающихся умений оценивать и применять различные методы повышения эффективности радиointерфейса LTE и NR.
4. развитие у обучающихся умений осуществлять динамическое планирование радиоресурсов в сотовых сетях, управление сессиями абонентов, сетевыми политиками, качеством сервиса.

Изучение дисциплины базируется на освоении знаний по дискретной математике, компьютерным сетям, системам программирования.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Производственно-технологический	ПК-13 Способен создавать и применять методы объяснимого искусственного интеллекта для создания интерпретируемых интеллектуальных систем	ПК-13.1. Применяет методы объяснимого искусственного интеллекта для построения объяснимой модели интеллектуальной системы
		ПК-13.2. Применяет методы объяснимого искусственного интеллекта для построения объясняющего интерфейса интеллектуальной системы

ПК-13.3. Применяет и разрабатывает стандарты в области объяснимого искусственного интеллекта

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-13.1. Применяет методы объяснимого искусственного интеллекта для построения объяснимой модели интеллектуальной системы	<i>Знает</i> структуры, виды обучения и типы объяснимых моделей интеллектуальной системы <i>Умеет</i> строить объяснимые модели для всех типов интеллектуальных систем и методов их обучения, в том числе сетей глубокого обучения, обучения с подкреплением, пространственных, темпоральных, каузальных моделей интеллектуальных систем, вероятностных моделей, имитационного обучения. <i>Владеет</i> навыками построения объяснимых моделей для всех типов интеллектуальных систем и методов их обучения
ПК-13.2. Применяет методы объяснимого искусственного интеллекта для построения объясняющего интерфейса интеллектуальной системы	<i>Знает</i> типы объясняющих интерфейсов для интеллектуальной системы объясняющих интерфейсов <i>Умеет</i> строить объясняющие интерфейсы, в том числе на базе рефлексивных объяснений, рациональных объяснений, интерактивной визуализация, интерактивных объяснений динамических систем. <i>Владеет</i> навыками построения объясняющих интерфейсов для интеллектуальной системы
ПК-13.3. Применяет и разрабатывает стандарты в области объяснимого искусственного интеллекта	<i>Знает</i> стандарты и принципы объяснимого искусственного интеллекта <i>Умеет</i> применять и разрабатывать стандарты объяснимого искусственного интеллекта, постулирующие принципы прозрачности и объяснимости, чтобы вызывать доверие к своему функционированию и уверенность в выводах системы <i>Владеет</i> навыками применения и разработки стандартов объяснимого искусственного интеллекта

1. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётные единицы 108 академических часов, в том числе 72 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (36 академических часов занятий лекционного типа, 36 академических часов занятий практического типа) и 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся (включая 27 часов на подготовку к экзамену).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР:	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
в том числе контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Контроль из часов на СР	Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР			
1	Тема 1. Введение в технологии сотовых сетей	3	2		2			2	Экзамен	
2	Тема 2. Физический и канальный уровни технологий LTE и NewRadio (NR) (часть 1)	3	2		2			2		
3	Тема 3. Физический и канальный уровни технологий LTE и NR (часть 2)	3	2		2			2		
4	Тема 4. Физический и канальный уровни технологий LTE и NR (часть 3)	3	2		2			2		
5	Тема 5. Методы повышения эффективности радиointерфейса LTE и NR	3	2		2			2		
6	Тема 6. Нумерация и идентификация в сетях LTE и 5G	3	2		2			2		
7	Тема 7. Функционирование сети радиодоступа	3	4		4			4		
8	Тема 8. Архитектура ядра сети (описание различных функциональных элементов и интерфейсов S1, X2 и т.д.)	3	4		4			4		
9	Тема 9. Задача динамического планирования радиоресурсов в сотовых сетях	3	4		4			4		
10	Тема 10. Управление сессиями абонентов, сетевые политики, качество сервиса	3	2		2			2		
11	Тема 11. Эволюция технологии LTE и 5G	3	4		4			4		
12	Тема 12. Подсистема IP-multimedia (IMS)	3	2		2			2		
13	Тема 13. Базовые станции 5G в России и мире	3	4		4			4		
14	Промежуточная аттестация (экзамен)	3						27		
	Итого:		36		36			36		

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
1.	Тема 1. Введение в	Общие аспекты построения сотовых сетей (лицензируемый

	технологии сотовых сетей	спектр, централизованное управление, сеть радиодоступа, ядро сети, дуплекс, хендовер, роуминг). Обзор предыдущих поколений сотовых сетей и используемых методов передачи данных (1G - NMT, AMPS, 2G - GSM, 3G - UMTS/WCDMA). Эволюция технологий радиодоступа и принципов построения ядра сети в LTE и 5G. Стандартизирующие организации (ETSI, ITU, 3GPP). Основные потребительские характеристики сетей LTE и 5G. Сценарии использования сетей LTE и 5G.
2.	Тема 2. Физический и канальный уровни технологий LTE и NewRadio (NR) (часть 1)	Диапазоны частот. Сетка частот. Виды дуплекса. Принцип формирования OFDM сигнала. Виды модуляции xQAM, xQPSK. Структура кадра. Частотная структура радиointерфейса, понятие нумерологии.
3.	Тема 3. Физический и канальный уровни технологий LTE и NR (часть 2)	Процедуры цифровой обработки сигнала в канале вверх и вниз. Физические каналы (PDCCH, PDSCH, ит.д.). Уровень доступа к среде (планировщик, HARQ, DRX). Уровень управления радиосоединением (различные режимы работы, механизм повторных передач). Уровень PDCP (алгоритм ROCH, шифрование, упорядочение пакетов). Уровень RRC (установление соединения, рассылка системной/служебной информации).
4.	Тема 4. Физический и канальный уровни технологий LTE и NR (часть 3)	Процедуры цифровой обработки сигнала в канале (продолжение). Архитектура сети радиодоступа. Описание стека протоколов. Логические каналы. Архитектура базовой станции. Варианты разделения протоколов между устройствами CU и DU базовой станции.
5.	Тема 5. Методы повышения эффективности радиointерфейса LTE и NR	Применение технологии MIMO. Агрегация частот. Подключение абонентского терминала к двум базовым станциям. Компенсация дисбаланса линий вверх и вниз.
6.	Тема 6. Нумерация и идентификация в сетях LTE и 5G	Нумерация и идентификация абонентского терминала, используемая в опорной сети 5GC. Идентификация, используемая в сети радиодоступа NG-RAN. Идентификация сетевых функций и сетевых слоёв, используемая в опорной сети 5GC.
7.	Тема 7. Функционирование сети радиодоступа	Виды системной информации, вещаемой в соте. Классификация сот. Процедуры выбора сети. Состояния абонентского терминала, процедуры, выполняемые терминалом в этих состояниях.
8.	Тема 8. Архитектура ядра сети (описание различных функциональных элементов и интерфейсов S1, X2 и т.д.)	Сетевые функции для LTE и 5GC, их назначение. Общее представление о технологии NFV. Понятие о сетевом пласте (slice). Примеры реализаций коммерческих сетевых функций и сетевых функций с открытым исходным кодом.
9.	Тема 9. Задача динамического планирования радиоресурсов в сотовых сетях	Общая формулировка задачи планирования. Планировщики для эластичного трафика (MR, PF, RR, Equal Throughput). Планировщики для трафика реального времени (EDF, M-LWDF, EXP(PF)). Планировщики для веб-трафика (LAS, SRPT, SPTP). Планировщики для адаптивного видео (PFMR, SAND-based). Планировщики для URLLC-трафика.
10.	Тема 10. Управление сессиями абонентов, сетевые политики, качество сервиса	Типы сессий. Режимы обеспечения непрерывности сессий. Модель QoS. Управление QoS.
11.	Тема 11. Эволюция технологии LTE и 5G	Использование ретрансляторов. Малые базовые станции LTE. Методы снижения межсетевой интерференции (ICIC, CoMP). Передача данных между пользовательскими устройствами (D2D). Принципы работы технологии LTE в нелицензируемом спектре.
12.	Тема 12. Подсистема IP-multimedia (IMS)	Архитектура подсистемы IMS и её основные элементы. Приложения подсистемы IMS. Нумерация и идентификация

		абонентов в подсистеме IMS. Основные процедуры подсистемы IMS. .
13.	Тема 13. Базовые станции 5G в России и мире	Стандартизация базовых станций 5G (3GPP, ETSI, O-RAN). Основные производители базовых станций 5G и используемые архитектурные решения.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Практические занятия

Практическое занятие 1. Введение в технологии сотовых сетей.

1. Общие аспекты построения сотовых сетей.
2. Обзор предыдущих поколений сотовых сетей и используемых методов передачи данных.
3. Эволюция технологий радиодоступа и принципов построения ядра сети в LTE и 5G.
4. Стандартизирующие организации (ETSI, ITU, 3GPP).
5. Основные потребительские характеристики сетей LTE и 5G.
6. Сценарии использования сетей LTE и 5G.

Практическое занятие 2. Физический и канальный уровни технологий LTE и NewRadio (NR) (часть 1).

1. Диапазоны частот.
2. Сетка частот.
3. Виды дуплекса.
4. Принцип формирования OFDM сигнала.
5. Виды модуляции xQAM, xQPSK.
6. Структура кадра.
7. Частотная структура радиointерфейса, понятие нумерологии.

Практическое занятие 3. Физический и канальный уровни технологий LTE и NewRadio (NR) (часть 2).

1. Процедуры цифровой обработки сигнала в канале вверх и вниз.
2. Физические каналы.
3. Уровень доступа к среде.
4. Уровень управления радиосоединением.
5. Уровень PDCP.
6. Уровень RRC.

Практическое занятие 4. Физический и канальный уровни технологий LTE и NewRadio (NR) (часть 3).

1. Процедуры цифровой обработки сигнала в канале.
2. Архитектура сети радиодоступа.
3. Описание стека протоколов.
4. Логические каналы.
5. Архитектура базовой станции.
6. Варианты разделения протоколов между устройствами CU и DU базовой станции.

Практическое занятие 5. Методы повышения эффективности радиointерфейса LTE и NR.

1. Применение технологии MIMO.
2. Агрегация частот.
3. Подключение абонентского терминала к двум базовым станциям.
4. Компенсация дисбаланса линий вверх и вниз.

Практическое занятие 6. Нумерация и идентификация в сетях LTE и 5G.

1. Нумерация и идентификация абонентского терминала, используемая в опорной сети 5GC.
2. Идентификация, используемая в сети радиодоступа NG-RAN.
3. Идентификация сетевых функций и сетевых слоёв, используемая в опорной сети 5GC.

Практическое занятие 7. Функционирование сети радиодоступа.

1. Виды системной информации, вещаемой в соте.
2. Классификация сот.
3. Процедуры выбора сети.
4. Состояния абонентского терминала, процедуры, выполняемые терминалом в этих состояниях.

Практическое занятие 8. Архитектура ядра сети.

1. Сетевые функции для LTE и 5GC, их назначение.
2. Общее представление о технологии NFV.
3. Понятие о сетевом пласте (slice).
4. Примеры реализаций коммерческих сетевых функций и сетевых функций с открытым исходным кодом.

Практическое занятие 9. Задача динамического планирования радиоресурсов в сотовых сетях.

1. Формулировка задачи планирования.
2. Планировщики для эластичного трафика.
3. Планировщики для трафика реального времени.
4. Планировщики для веб-трафика.
5. Планировщики для адаптивного видео.
6. Планировщики для URLLC-трафика.

Практическое занятие 10. Управление сессиями абонентов, сетевые политики, качество сервиса.

1. Типы сессий.
2. Режимы обеспечения непрерывности сессий.
3. Модель QoS.
4. Управление QoS.

Практическое занятие 11. Эволюция технологии LTE и 5G.

1. Использование ретрансляторов.
2. Малые базовые станции LTE.
3. Методы снижения межсетевой интерференции (ICIC, CoMP).
4. Передача данных между пользовательскими устройствами (D2D).
5. Принципы работы технологии LTE в нелицензируемом спектре.

Практическое занятие 12. Подсистема IP-multimedia (IMS).

1. Архитектура подсистемы IMS и её основные элементы.
2. Приложения подсистемы IMS.
3. Нумерация и идентификация абонентов в подсистеме IMS.
4. Основные процедуры подсистемы IMS.

Практическое занятие 13. Базовые станции 5G в России и мире.

1. Стандартизация базовых станций 5G (3GPP, ETSI, O-RAN).
2. Основные производители базовых станций 5G и используемые архитектурные решения.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1		Работа с основной и		УО-1 Опрос

	в течение семестра	дополнительной литературой, интернет-источниками. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к экзамену	36 часов	(Собеседование); Экзамен
		ИТОГО	36 часов	

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой частью образовательного процесса и рассматривается как организационная форма обучения.

Самостоятельная работа по дисциплине осуществляется в виде внеаудиторных форм познавательной деятельности.

Самостоятельная работа включает в себя повторение теоретического и практического материала дисциплины, заслушиваемого и конспектируемого в ходе аудиторных занятий; изучение основной и дополнительной литературы, указанной в рабочей программе дисциплины, самоконтроль ответов на основные проблемные вопросы по темам занятий.

Результаты самостоятельной работы представляются в виде ответов на основные положения теоретического и практического материала дисциплины по темам занятий.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Общие критерии оценки выполнения самостоятельной работы – правильность ответов на вопросы по темам теоретической части дисциплины, верность получаемых ответов в ходе опроса (собеседования), достижение правильного результата при осуществлении собственных действий.

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами (магистрантами) учебного материала;
- умения студента (магистранта) использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность общеучебных умений;

- умения студента (магистранта) активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

Подготовка к практическому занятию

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме. Более глубокому раскрытию вопросов способствует знакомство с дополнительной литературой, рекомендованной преподавателем.

Работа с литературой.

Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

В процессе выполнения самостоятельной работы, в том числе при подготовке к практическим занятиям рекомендуется работать со следующими видами изданий:

а) Научные издания, предназначенные для научной работы и содержащие теоретические, экспериментальные сведения об исследованиях. Они могут публиковаться в форме: монографий, научных статей в журналах или в научных сборниках;

б) Учебная литература подразделяется на:

- учебные издания (учебники, учебные пособия, тексты лекций), в которых содержится наиболее полное системное изложение дисциплины или какого-то ее раздела;

- справочники, словари и энциклопедии – издания, содержащие краткие

сведения научного или прикладного характера, не предназначенные для сплошного чтения. Их цель – возможность быстрого получения самых общих представлений о предмете.

Существуют два метода работы над источниками:

– сплошное чтение обязательно при изучении учебника, глав монографии или статьи, то есть того, что имеет учебное значение. Как правило, здесь требуется повторное чтение, для того чтобы понять написанное. Старайтесь при сплошном чтении не пропускать комментарии, сноски, справочные материалы, так как они предназначены для пояснений и помощи. Анализируйте рисунки (карты, диаграммы, графики), старайтесь понять, какие тенденции и закономерности они отражают;

– метод выборочного чтения дополняет сплошное чтение; он применяется для поисков дополнительных, уточняющих необходимых сведений в словарях, энциклопедиях, иных справочных изданиях. Этот метод крайне важен для повторения изученного и его закрепления, особенно при подготовке к зачету.

Для того чтобы каждый метод принес наибольший эффект, необходимо фиксировать все важные моменты, связанные с интересующей Вас темой.

Методические указания к опросу (собеседованию).

УО-1 Опрос (Собеседование). В процессе опроса (собеседования) магистранту рекомендуется использовать изученные материалы и конспекты лекций. Во время опроса оценивается содержательность, правильность ответов на вопросы, нормативность высказывания обучающегося.

Оценивание опроса (собеседования) проводится по критериям:

- уровень оперирования научной терминологией;
- понимание информации, различие главного и второстепенного, сущности и деталей.

Критерии оценки (устный ответ)

100-85 баллов - «отлично», «зачтено» - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры.

85-76 - баллов - «хорошо», «зачтено» - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры;

свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл - «удовлетворительно», «зачтено» – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов - «неудовлетворительно» / «незачет» – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание проблематики изучаемой области.

5. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы/ темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Темы: 1-13	ПК-13.1. Применяет методы объяснимого искусственного интеллекта для построения объяснимой модели интеллектуальной системы	<i>Знает</i> структуры, виды обучения и типы объяснимых моделей интеллектуальной системы <i>Умеет</i> строить объяснимые модели для всех типов интеллектуальных систем и методов их обучения, в том числе сетей глубокого обучения, обучения с подкреплением, пространственных, темпоральных, каузальных моделей интеллектуальных систем, вероятностных моделей, имитационного обучения. <i>Владеет</i> навыками построения объяснимых моделей для всех типов интеллектуальных систем и методов их обучения	Работа на практическом занятии: УО-1 опрос (собеседование)	Экзамен

2.	Темы: 1-13	ПК-13.2. Применяет методы объяснимого искусственного интеллекта для построения объясняющего интерфейса интеллектуальной системы	<i>Знает</i> типы объясняющих интерфейсов для интеллектуальной системы объясняющих интерфейсов <i>Умеет</i> строить объясняющие интерфейсы, в том числе на базе рефлексивных объяснений, рациональных объяснений, интерактивной визуализация, интерактивных объяснений динамических систем. <i>Владеет</i> навыками построения объясняющих интерфейсов для интеллектуальной системы	Работа на практическом занятии: УО-1 опрос (собеседование)	Экзамен
3.	Темы: 1-13	ПК-13.3. Применяет и разрабатывает стандарты в области объяснимого искусственного интеллекта	<i>Знает</i> стандарты и принципы объяснимого искусственного интеллекта <i>Умеет</i> применять и разрабатывать стандарты объяснимого искусственного интеллекта, постулирующие принципы прозрачности и объяснимости, чтобы вызывать доверие к своему функционированию и уверенность в выводах системы <i>Владеет</i> навыками применения и разработки стандартов объяснимого искусственного интеллекта	Работа на практическом занятии: УО-1 опрос (собеседование)	Экзамен

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе 9.

6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Тихвинский, В.О. Сети мобильной связи LTE: технологии и архитектура / В. О. Тихвинский, С. В. Терентьев, А. Б. Юрчук. - М.: Эко-Трендз, 2010. - 281 с. ISBN: 978-5-88405-094-

Дополнительная литература

1. Шахнович, И. В. Современные технологии беспроводной связи / И. В. Шахнович. - М.: Техносфера, 2006. - 288 с. ISBN: 5-94836-070-9.
2. Весоловский, К. Системы подвижной радиосвязи / К. Весоловский. -

М.: Горячая линия-Телеком, 2006. - 536 с. ISBN: 5-93517-248-8.

3. Erik Dahlman. 4G, LTE-Advanced Pro and The Road to 5G. 2021, 3rd Edition. 616 pp. ISBN 9780128046111

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <https://www.3gpp.org>
2. <https://www.etsi.org>
3. <https://www.3gpp.org/specifications>
4. <https://itechinfo.ru>
5. <https://5g-russia.ru/>
6. <https://1234g.ru>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине может быть использовано следующее программное обеспечение:

Операционная система Ubuntu 18.04.

Операционная система Microsoft Windows 10 Education академическая лицензия

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Портал ГК Ростех <http://www.rostec.ru>
2. Портал Ростелекома <http://www.rt.ru>
3. Портал ГКРЧ <https://grfc.ru/grfc/>
4. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
5. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
6. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Основной формой работы при изучении дисциплины являются лекционные и практические занятия.

При организации учебной деятельности на лекционных занятиях широко используются как традиционные, так и современные электронные носители

информации, а также возможности информационных и коммуникационных образовательных технологий.

Цели лекционных занятий:

- создать условия для углубления и систематизации знаний по дисциплине;
- научить студентов использовать полученные знания для решения задач профессионального характера.

Лекционные и практические занятия проводятся в учебной группе.

Со стороны преподавателя студентам оказывается помощь в формировании навыков работы с литературой, анализа литературных источников.

Следует учитывать, что основной объем информации студент должен усвоить в ходе систематической самостоятельной работы с материалами, размещенными как на электронных, так и на традиционных носителях.

Для углубленного изучения материала курса дисциплины рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу.

Литературные источники доступны обучаемым в научной библиотеке (НБ) ДВФУ, а также в электронных библиотечных системах (ЭБС), с доступом по гиперссылкам — ЭБС издательства "Лань" (<http://e.lanbook.com/>), ЭБС Znanium.com НИЦ "ИНФРА-М" (<http://znanium.com/>), ЭБС IPRbooks (<http://iprbookshop.ru/>) и другие ЭБС, используемые в ДВФУ <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/>

Формами текущего контроля результатов работы студентов по дисциплине являются опрос (собеседование, работа на практических занятиях).

Итоговый контроль по дисциплине осуществляется в форме экзамена в конце 3 семестра.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ДВФУ располагает соответствующей материально-технической базой, включая современную вычислительную технику, объединенную в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет.

Используются специализированные компьютерные классы, оснащенные современным оборудованием. Материальная база соответствует действующим санитарно-техническим нормам и обеспечивает проведение всех видов занятий (лабораторной, практической, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки) и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения.
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D 733,733а.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 13)</p> <p>Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт.</p> <p>Доска аудиторная,</p> <p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK с лицензионными программами Microsoft Office 2013(13 шт.) и аудиовизуальными средствами проектор Panasonic DLPPjectorPT-D2110XE</p>	<p>1С Предприятия8 (8.2), 7-Zip, ABBYY Lingvo12,Alice 3, Anaconda3,Autodesk,CodeBlocks,CorelDRAW X7,Dia,Directum4.8,DosBox-0.74,Farmanager,Firebird 2.5,FlameRobin,Foxit Reader,Free Pascal,Geany,Ghostscript,Git,Greenfoot,gsview,Inscapе0.91,Java,Java development Kit,Kaspersky,Lazarus,LibreOffice4.4,MatLab R2017b,Maxima 5.37.2,Microsoft Expression,Microsoft Office 2013,Microsoft Silverlight,Microsoft Silverlight 5SDK-русский,MicrosoftSistem Center,Microsoft Visial Studio 2012,MikTeX2.9,MySQL,NetBeans,Notepad++,Oracle VM VirtualBox,PascalABC.NET,PostgreSQL 9.4,PTC Mathcad,Putty,PyQt GPL v5.4.1 for Pythonv 3.4,Pyton2.7(3.4,3.6),QGIS Brighton,RStudio,SAM CoDeC Pack,SharePoint,Strawberry Perl,Tecnomatix,TeXnicCenter,TortoiseSVN,Unity2017.3.1f1,Veusz,Vim8.1,Visual Paradigm CE,Visual Studio2013,Windows Kits,Windows Phone SDK8.1,Xilinx Design ToolsAcrobat ReaderDC,AdobeBridge CS3,AdobeDeviceCentralCS3,Adobe ExtendScript Toolkit 2,Adobe Photoshpe CS3,DVD-студия Windows,GoogleChrome,Internet Explorer,ITMOproctor,Mozilla Firefox, Visual Studio Installer,Windows Media Center, WinSCP,</p>

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

9. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме опроса (собеседования) на практических занятиях по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, активности обучающихся на занятиях ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Для текущего контроля используется проведение собеседований (опросов) в рамках практических занятий. Прослушиваются и оцениваются ответы на вопросы.

Для дисциплины используются следующие оценочные средства:

1. Опрос (Собеседование) (УО-1)

Опрос (Собеседование) (УО-1) – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Перечень вопросов для проведения опроса (собеседования)

1. Опишите достоинства и недостатки использования диапазона FR2 по сравнению с FR1
2. Какие достоинства и недостатки вы можете отметить при использовании широкой полосы частот в NR, по сравнению, например, с полосой частот в LTE?
3. Укажите способы разделения радиоканала, используемые в NR. Опишите единицу выделения радиоресурса для абонента.
4. Предположим, что продолжительность кадра, подкадра, слота NR увеличена в 10 раз по сравнению с текущим стандартом. Как это повлияет на соответствие NR сценариям применения 5G?
5. В чём причина использования нескольких видов квадратурной модуляции в NR?
6. Приведите пример какого-либо полезного эффекта от разделения БС 5G на CU и DU.
7. Какие алгоритмы реализуют многоэлементные антенные системы MIMO радиointерфейса NR?
8. Каковы возможности технологии Full Dimension MIMO (или 3D MIMO) по изменению диаграммы направленности излучения?

9. Как осуществляется управление диаграммой направленности излучения при Beam forming?
10. Какой вариант агрегации частот обозначает запись CA_n1C_n1A?
11. Что обозначает наименование соты PSCell в технологии Dual Connectivity?
12. Опишите архитектуру варианта EN-DC технологии Dual Connectivity.
13. Что такое виртуальная сетевая функция VNF (ВСФ)? Какие функции по управлению VNF реализует платформа NFV?
14. Дайте общую характеристику задач, решаемых сетевыми функциями UPF и UDR, приведите примеры задач.
15. Каковы полезные эффекты от построения некоторой системы, в частности, программной части 5GC, в виде ВСФ? Какие могут быть неудобства?
16. Какова возможная польза от разделения сети на сетевые слои (slices), в приложении к архитектуре 5GC?
17. Приведите 3 сценария использования спутникового канала совместно с наземной сетью 5G, какая польза есть от спутникового канала в этих сценариях
18. Какой идентификатор из числа PEI, SUPI, GUAMI присваивается индивидуально абоненту?
19. Что означает номер MSISDN?
20. Кем назначаются временные идентификаторы RNTI абонентскому терминалу?
21. Какими идентификаторами обозначается сетевой пласт (Slice)?
22. Какие процедуры выполняются при перемещении абонентского терминала, находящегося в состоянии RRC-INACTIVE в соседнюю соту, относящуюся к другой зоне нотификации (RNA)?
23. Каковы критерии выбора соты абонентским терминалом являются?
24. Каковы условия выполнения процедуры хендовера при перемещении абонентского терминала в другую соту?
25. Каковы параметры PDU сессии абонентского терминала?
26. Как при хендвере обозначается режим смены обслуживающего шлюза UPF, при котором гарантируется непрерывность PDU-сессии?
27. К какому идентификатору качества 5QI относится поток данных QoS Flow, обеспечивающий передачу голоса в реальном масштабе времени?
28. Каково назначение подсистемы IMS для сетей связи? Может ли IMS работать в проводных сетях, а не только в мобильных?
29. Назовите основные услуги мультимедиа-телефонии и хотя бы две дополнительные услуги.

30. Укажите назначение протоколов SIP и RTP
31. Чем отличается GSM SIM от USIM?
32. Приведите примеры контента и метаданных, перехватываемых службой LI (COPM).

Методические указания к опросу (собеседованию).

УО-1 Опрос (Собеседование). В процессе собеседования магистранту рекомендуется использовать изученные материалы и конспекты лекций. Во время собеседования оценивается содержательность, правильность ответов на вопросы, нормативность высказывания обучающегося.

Оценивание собеседования проводится по критериям:

- уровень оперирования научной терминологией;
- понимание информации, различие главного и второстепенного, сущности и деталей.

Критерии оценки (устный ответ)

100-85 баллов - «отлично», «зачтено» - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры.

85-76 - баллов - «хорошо», «зачтено» - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл - «удовлетворительно», «зачтено» – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов - «неудовлетворительно» / «незачет» – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание проблематики изучаемой области.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

Экзамен принимается ведущим преподавателем. В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Института по учебной и воспитательной работе, директор департамента имеет право принять экзамен в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная, письменная и др.) утверждается на заседании департамента по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего экзамен, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамене, должно составлять не более 20 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на экзамене посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Института, руководителя ОПОП или директора департамента), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются экзамен с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «Неудовлетворительно», «Удовлетворительно», «Хорошо» или «Отлично».

Вопросы к экзамену

1. Общие принципы построения сотовых сетей (лицензируемый спектр, централизованное управление, сеть радиодоступа, ядро сети).

2. Обзор различных поколений сотовых сетей и используемых методов передачи данных.

3. Архитектура сетей LTE и 5G. Архитектура ядра сети (описание различных функциональных элементов и интерфейсов).

4. Архитектура сети радиодоступа LTE и 5G. Варианты разделения протоколов между центральным и распределённым устройством базовой станции 5G.

5. Физический уровень LTE и 5G.

6. Уровень доступа к среде LTE и 5G.

7. Уровень управления радиосоединением LTE и 5G

8. Управление качеством сервиса в LTE и 5G

9. Планировщики для эластичного трафика (MR, PF, RR, Equal Throughput).

10. Планировщики для трафика реального времени (EDF, M-LWDF, EXP\PF).

11. Планировщики для веб-трафика (LAS, SRPT, SPTP).

12. Планировщики для адаптивного видео (PFMR, SAND-based).

13. Планировщики для URLLC-трафика.

14. Обеспечение качества сервиса в сетях LTE и 5G.

15. Агрегация каналов (CA) в сетях LTE.

16. Использование ретрансляторов. Малые базовые станции LTE.

17. Методы снижения межсетевой интерференции (ICIC, CoMP).

Передача данных между пользовательскими устройствами (D2D).

18. Принципы работы технологии LTE в нелицензируемом спектре.

19. Обзор основных механизмов повышения производительности радиointерфейса 5G.

20. Применение в сетях 5G технологий SDN, NFV, Cloud-RAN.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

Оценка	Требования к сформированным компетенциям
«отлично»	выставляется студенту, если даны полные и правильные ответы на все вопросы экзаменационного билета в соответствии с требованиями, предъявляемыми программой; содержание ответа изложено логично и последовательно; существенные фактические ошибки отсутствуют; ответ соответствует нормам русского литературного языка. Студент должен дать исчерпывающие и правильные ответы на уточняющие и дополнительные вопросы по теме вопросов билета.
«хорошо»	выставляется студенту в случае, когда содержание ответа, в основном, соответствует требованиям, предъявляемым к

	оценке «отлично», т. е. даны полные правильные ответы на вопросы экзаменационного билета с соблюдением логики изложения материала, но при ответе допущены небольшие ошибки и погрешности, не имеющие принципиального характера
«удовлетворительно»	выставляется студенту, не показавшему знания в полном объеме, допустившему ошибки и неточности при ответе на вопросы экзаменационного билета, продемонстрировавшему неумение логически выстроить материал ответа и сформулировать свою позицию. При этом хотя бы по одному из вопросов ошибки не должны иметь принципиального характера
«неудовлетворительно»	выставляется студенту, если он не дал ответа хотя бы на один вопрос экзаменационного билета; дал неверные, содержащие фактические ошибки, ответы на все вопросы; не смог ответить более, чем на половину дополнительных и уточняющих вопросов. Неудовлетворительная оценка выставляется выпускнику, отказавшемуся отвечать на вопросы билета

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения по дисциплине				
Оценка	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
виды оценочных средств				
Знания (виды оценочных средств: опрос, тесты)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические задания)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач