

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»**

**Институт прикладной математики и компьютерных наук
Кафедра «Прикладная математика и информатика»**

**Утверждено на заседании кафедры
«Прикладная математика и информатика»
24 января 2023 г., протокол № 5**

И.о. заведующего кафедрой

 **Н.В. Ларин**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Технологии сотовой связи»

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика

с направленностью (профилем)

**Перспективные методы искусственного интеллекта
в сетях передачи и обработки данных**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 010402-03-23

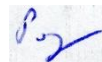
Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Родионова Г.А., доцент каф. ПМИИ, к.т.н.

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины (модуля) является выработка способности создавать и применять методы объяснимого искусственного интеллекта для создания интерпретируемых интеллектуальных систем

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- методы объяснимого искусственного интеллекта для построения объяснимой модели интеллектуальной системы
- методы объяснимого искусственного интеллекта для построения объясняющего интерфейса интеллектуальной системы
- разрабатывать стандарты в области объяснимого искусственного интеллекта

2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается в третьем семестре.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

1. . Разработку архитектуры комплексных систем искусственного интеллекта. (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК-4.1);
2. проекты в области сквозной цифровой субтехнологии «. (код компетенции – ПК-7, код индикатора – ПК-7.1).

Уметь:

1. Осуществляет руководство созданием комплексных систем искусственного интеллекта с применением новых методов и алгоритмов машинного обучения (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК-4.2);

2. Владеть:

1. навыками руководства проектами в области сквозной цифровой субтехнологии (код компетенции – ПК-7, код индикатора – ПК-7.2).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
3	ЗЧ	3	108	12	12	–	–	–	0,1	83,9
Итого	–	3	108	12	12	–	–	–	0,1	83,9

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
3 семестр	
1	Введение в технологии сотовых сетей Общие аспекты построения сотовых сетей (лицензируемый 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. Введение в технологии сотовых сетей. .
2	Физический и канальный уровни технологий LTE и NewRadio (NR) Диапазоны частот. Сетка частот. Виды дуплекса. Принцип формирования OFDM сигнала. Виды модуляции xQAM, xQPSK. Структура кадра. Частотная структура радиоинтерфейса, понятие нумерологии. 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 ROHC, шифрование, упорядочение пакетов). Уровень RRC (установление соединения, рассылка системной/служебной информации).
3	Методы повышения эффективности радиоинтерфейса LTE и NR Применение технологии MIMO. Агрегация частот. Подключение абонентского терминала к двум базовым станциям. Компенсация дисбаланса линий вверх и вниз

№ п/п	Темы лекционных занятий
4	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.
5	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.
6	. Управление сессиями абонентов, сетевые политики, качество сервиса Типы сессий. Режимы обеспечения непрерывности сессий. Модель QoS. Управление QoS.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
3 семестр	
1	Введение в технологии сотовых сетей. .
2	Физический и канальный уровни технологий LTE и NewRadio (NR)
3	Методы повышения эффективности радиointерфейса LTE и NR
4	Архитектура ядра сети (описание различных функциональных элементов и интерфейсов S1, X2 и т.д.)
5	Задача динамического планирования радиоресурсов в сотовых сетях
6	. Управление сессиями абонентов, сетевые политики, качество сервиса

4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
3 семестр	
1	Подготовка к практическим занятиям.
4	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение.

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
<i>3 семестр</i>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Работа на практических занятиях	20
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Работа на практических занятиях	20
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Зачет		40 (100*)

* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

- Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется
 - учебная аудитория, оборудованная доской для написания мелом,
 - компьютерный класс, оснащенный компьютерами, объединенными в локальную вычислительную сеть, имеющую выход в Интернет.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

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

7.2 Дополнительная литература

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

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. ЭБС ТулГУ <https://tsutula.bibliotech.ru/>
2. ЭБС IPR Books <http://www.iprbookshop.ru/>
3. ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/>
4. Образовательная платформа Юрайт <https://urait.ru/>
5. <https://www.3gpp.org>
6. <https://www.etsi.org>
7. <https://www.3gpp.org/specifications>
8. <https://itechinfo.ru>
9. <https://5g-russia.ru/>
10. <https://1234g.ru>

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Пакет офисных приложений «МойОфис».

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. <http://www.rostec.ru> – портал ГК Ростех
2. <http://www.rt.ru> – портал Ростелекома
3. <https://grfc.ru/grfc/> - портал ГКРЧ