

**федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО»
(Университет ИТМО)**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
_____ В.О. Никифоров
« ____ » _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современные методы искусственного интеллекта

Группа научной специальности: Информационные технологии и телекоммуникации

Научной специальности: Все специальности

Форма обучения: Очная

Санкт-Петербург
2022 г.

Рабочая программа составлена на основании Требований к программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, самостоятельно устанавливаемых федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО».

Код и наименование направления подготовки	Реквизиты приказа об утверждении Требований Университета ИТМО
2.3. Информационные технологии и телекоммуникации	Приказ ректора №325-од от 31.03.2022 Решение Научно-Технического совета №12 от 28.03.2022

Программу разработал: Балакшин П.В., к.т.н.

Программа одобрена на заседании НТС Университета ИТМО протокол №12 от 28.03.2022 года.

Место дисциплины в структуре учебного плана:

Блок 2, Образовательный компонент

Форма обучения: очная

Год обучения: 2

Семестр: 3

Форма аттестации: экзамен

Вид деятельности	Семестр
	3
Занятий в контактной форме, час.	20
из них лекции, час.	8
из них научно-практических занятий, час.	8
из них промежуточной аттестации (включая консультации), час.	4
Самостоятельная работа, час.	124
Всего часов	144
Всего зачетных единиц	4

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Современные методы искусственного интеллекта»

Дисциплина «Современные методы искусственного интеллекта» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по группе научной специальности «Информационные технологии и телекоммуникации» по очной форме обучения на русском языке.

Разделы рабочей программы

1. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры.
2. Планируемые результаты обучения по дисциплине.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Текущий контроль и промежуточная аттестация.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.
7. Фонды оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации.

1. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Современные методы искусственного интеллекта» реализуется в третьем семестре в рамках Образовательного компонента Блока 2. Данная дисциплина создает системное научное знание в профессиональной области обучающегося, формирует знание основных понятий теории информации, навыки их применения в современных интеллектуальных технологиях, знание теоретических основ и навыки применения современных методов оптимизации и автоматизации машинного обучения, знание современных подходов и моделей в области общего искусственного интеллекта.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Дисциплина «Современные методы искусственного интеллекта» направлена на формирование **компетенции УК-1:** способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, **компетенции УК-3:** готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач, **компетенции УК-5:** способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, **компетенции ОПК-1:** Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий, **компетенции ОПК-2:** готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования *в части следующих результатов обучения:*

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
--	--

УК-1	Уметь: У5 (УК-1) проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной Владеть: В1 (УК-1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования;
УК-3	Владеть: В2 (УК-3) технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке
УК-5	Уметь: У1 (УК-5) планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности Владеть: В1 (УК-5) приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач
ОПК-1	Уметь: У2 (ОПК-1) планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований
ОПК-2	Знать: З3 (ОПК-2) тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности

Способы формирования планируемых результатов обучения

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий		
	Лекции	Научно-практические занятия	Самостоятельная работа
УК-1: способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях			
У5 (УК-1) проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной	+	+	+
В1 (УК-1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования		+	+
УК-3: готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач			
В2 (УК-3) технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе		+	+

1	Теория информации	55	3	3	-	49	Собеседование, опрос, тестирование
2	Теоретические основы машинного обучения	55	3	3	-	49	
3	Общий искусственный интеллект	30	2	2	-	26	
4	Промежуточная аттестация	4	-	-	-	-	Экзамен в форме письменной работы с последующим собеседованием
ИТОГО:		144	8	8	-	124	

Содержание дисциплины:

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Ссылки на результаты обучения
1	Теория информации	1. Концепции информации	У5 (УК-1) В1 (УК-1) В2 (УК-3) У1 (УК-5) В1 (УК-5) У2 (ОПК-1) 33 (ОПК-2)
		2. Меры информативности	
		3. Приложения теории информации в искусственном интеллекте	
2	Теоретические основы машинного обучения	1. Формальные модели машинного обучения	
		2. Мета-эвристики в машинном обучении	
		3. Дилемма смещения-дисперсии	
3	Общий искусственный интеллект	1. Модели общего искусственного интеллекта	
		2. Теоретические основы обучения с подкреплением	

Виды учебной и самостоятельной работы

Виды учебной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы
На основе изучения литературы по темам лекционных и научно-практических занятий аспирант готовится к ответу на предложенные вопросы, к участию в дискуссиях, к	У5 (УК-1) В1 (УК-1) В2 (УК-3) У1 (УК-5)	20

тестированию по изученному материалу	В1 (УК-5) У2 (ОПК-1) 33 (ОПК-2)	
Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение
Самостоятельная подготовка к лекционным и научно-практическим занятиям	У5 (УК-1) В1 (УК-1) В2 (УК-3) У1 (УК-5) В1 (УК-5) У2 (ОПК-1) 33 (ОПК-2)	124
Успешное освоение материала, изучаемого в ходе лекционных и научно-практических занятия, требует дополнительного самостоятельного изучения. По каждому разделу учебной дисциплины предусмотрено изучение теоретического материала с использованием компьютерных технологий; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы.		

4. Текущий контроль и промежуточная аттестация

Текущий контроль по дисциплине «Современные методы искусственного интеллекта» осуществляется на лекциях и научно-практических занятиях и заключается в оценке активности и качества участия в опросах и собеседованиях по проблемам, изучаемых в рамках тем лекционных занятий, аргументированности позиции; в форме тестирования оценивается широта используемых теоретических знаний.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Современные методы искусственного интеллекта» проводится в третьем семестре в форме экзамена. Экзамен в форме письменной работы с последующим собеседованием с преподавателем.

Результаты сдачи экзамена оцениваются по шкале «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Учебно-методическое обеспечение:
учебно-методическое обеспечение дисциплины размещено на образовательном портале Университета ИТМО.

Профессиональные базы данных, интернет-ресурсы, электронные библиотеки и информационные справочные системы:

№	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
----------	--	--	--------------------

1.	http://e.lanbook.com/	ЭБС на платформе «Лань». Учебники и учебные пособия для университетов издательства «Лань»	Индивидуальный неограниченный доступ
2.	http://elibrary.ru/defaultx.asp	Научная электронная библиотека	Индивидуальный неограниченный доступ
3.	http://www.public.ru/	Публичная Интернет-библиотека	Индивидуальный неограниченный доступ
4.	http://www.elbib.ru/	Российская электронная библиотека	Индивидуальный неограниченный доступ
5.	http://lib.ifmo.ru/stat/36/ebs_ifmo.htm	Электронная библиотека НИУ ИТМО	Индивидуальный неограниченный доступ
6.	http://is.ifmo.ru/verification/	Раздел «Верификация» сайта is.ifmo.ru	Индивидуальный неограниченный доступ
7.	http://window.edu.ru/	Единое окно доступа к информационным ресурсам.	Индивидуальный неограниченный доступ
8.	https://openedu.ru	Российский портал открытого образования	Индивидуальный неограниченный доступ

Реферативные наукометрические базы (eLIBRARY.RU, Web of Science, Scopus), электронные библиотечные системы («Инженерные науки», «Лань», «Машиностроение», «Информатика», «НЭИКОН» «Юрайт»).

Основная литература:

1. Кудряшов Б.Д. Теория информации : учебное пособие / М-во образования и науки РФ, СПбГУ ИТМО. — СПб. : СПбГУ ИТМО, 2010. — 186 с.
2. Лебедько Е.Г., Петров И.В. Введение в теорию информации : учебное пособие / Гос. ком. РФ по высш. образованию ; СПбГИТМО (ТУ), Каф. ИИСОП. — СПб. : СПбГИТМО (ТУ), 1995. — 91 с.
3. Баймуратов И.Р. Методы автоматизации машинного обучения: Учебное пособие. - СПб.: Университет ИТМО, 2020. - 40 с.
4. Остроух А.В., Суркова Н.Е. Системы искусственного интеллекта. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 228 с. – ISBN 978-5-507-46441-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.01.2023). – Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература:

1. Mohri M., Rostamizadeh A., Talwalkar A. Foundations of Machine Learning. MIT Press, 2nd ed., 2018.
2. Shalev-Shwartz S., Ben-David S. Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms. Cambridge University Press, 2014.

Средства, обеспечивающие адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья:

1) Доступ к изданиям электронно-библиотечной системы «Издательство «Лань» (<https://e.lanbook.com>), в адаптированных форматах для лиц с инвалидностью и ОВЗ.

2) Специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования для лиц с инвалидностью и ОВЗ:

а) В библиотеке по адресам Кронверкский пр., д.49 и ул. Ломоносова, д.9 обучающимся, имеющим нарушения зрения, предоставляется компьютерное место с клавиатурой, маркированной шрифтом Брайля, и увеличительные лупы нового поколения с подсветкой и семикратным увеличением (лупы настольные с подсветкой PowerLux).

3) Услуги по адаптации учебно-методического материала для лиц с инвалидностью и ОВЗ:

а) обучающиеся с нарушениями зрения по запросу могут получить специальную учебную, научную литературу и периодические издания на основании действующего договора о сотрудничестве между Университетом ИТМО и Государственной библиотекой для слепых и слабовидящих; для обучающихся с нарушениями зрения учебные материалы могут быть предложены на шрифте Брайля.

б) обучающимся с нарушениями слуха по запросу предоставляются услуги сурдопереводчика на основании договора между Университетом ИТМО и «Всероссийским обществом глухих» (СПб РО ОООИ ВОГ).

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
Занятия лекционного типа:		
мультимедийный класс	аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)	Операционная система Windows Professional 8 Russian Upgrade OLP Academic Edition
Занятия практического типа:		
мультимедийный класс, компьютерный класс	аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук)	Операционная система Windows Professional 8 Russian Upgrade OLP Academic Edition
Самостоятельная работа:		
компьютерный класс	15 персональных компьютеров в составе локальной вычислительной сети, подключенной к Internet (30 Мбит/с).	Операционная система Windows Professional 8 Russian Upgrade OLP Academic Edition

Программное обеспечение:

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

7. Фонды оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации

Требования к структуре и содержанию фонда оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, представлены в таблице

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Оценочные средства текущего контроля		
Тематический опрос (в форме ответов на вопросы)	Средство контроля, организованное как специальная беседа по тематике предыдущей лекции и рассчитанное на выяснение объема и качества знаний, усвоенных обучающимися по определенному разделу, теме, проблеме.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Собеседование (в форме беседы, дискуссии по теме)	Средство контроля, организованное как свободная беседа, дискуссия по тематике изучаемой дисциплины, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по всем изученным разделам, темам; свободного использования терминологии для аргументированного выражения собственной позиции.	Перечень тем, изучаемых в рамках дисциплины
Тестирование	Средство контроля, позволяющее получить оценку уровня фактических знаний аспиранта по изученной теме.	Образцы тестов
Оценочные средства промежуточной аттестации		
Письменная работа	Средство, позволяющее оценить сформированность систематических представлений о методах научно-исследовательской деятельности по теории упругости	Перечень вопросов к экзамену
Собеседование	Средство, позволяющее получить экспертную оценку знаний, умений и навыков по современным методам искусственного интеллекта для оценивания и анализа различных фактов и явлений в своей профессиональной области	Требования к порядку проведения собеседования

Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по модулю

Код формируемой компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Не сформировано	Сформировано
УК-1	У5 (УК-1) проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной	Отсутствие умения проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной	Сформированные умения проводить оригинальные исследования, результаты которых обладают научной целостностью и новизной
	В1 (УК-1) навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Отсутствие навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования	Сформированные навыки сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования
УК-3	В2 (УК-3) технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке	Отсутствие владения технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке	Сформированные владения технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке
УК-5	У1 (УК-5) планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности	Отсутствие умения планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности	Сформированные умения планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, следуя этическим нормам в профессиональной деятельности
	В1 (УК-5) приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач	Отсутствие владений приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач	Сформированные владения приемами и технологиями целеполагания, оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач
ОПК-1	У2 (ОПК-1) планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований	Отсутствие умений планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований	Сформированные умения планировать научные исследования, анализировать получаемые результаты и формулировать выводы по итогам научных исследований
ОПК-2	З3 (ОПК-2) тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	Отсутствие знаний о тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности	Сформированные знания о тенденции развития соответствующей научной области и области профессиональной деятельности

Требования к структуре и содержанию оценочных средств.

Требования к структуре и содержанию тестов

Тестирование проводится с применением тестов открытого и закрытого типа. Тест выполняется письменно. Время выполнения теста 8-15 минут.

Требования к порядку проведения экзамена в виде письменной работы

Экзамен проводится в форме письменной работы с последующим собеседованием. Письменная работа выполняется по билетам, в билете 2 вопроса. Время выполнения письменной работы 30 минут. Собеседование проводится преподавателем дисциплины по темам билета. Аспиранту могут быть заданы дополнительные вопросы в рамках изученного курса.

Критерии выставления оценки:

Знания, умения и навыки обучающихся при промежуточном контроле в форме экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «неудовлетворительно» ставится аспиранту, который в ходе выполнения письменного экзаменационного задания и прохождения устного собеседования с преподавателем по вопросам экзаменационного билета демонстрирует незнание значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет задания и задачи по дисциплине.

Минимальная положительная оценка «удовлетворительно» ставится аспиранту, выполнившему письменное экзаменационное задание и прошедшему устное собеседование с преподавателем по вопросам экзаменационного билета, если он в результате собеседования по вопросам экзаменационного билета демонстрирует усвоение только основного материала, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении заданий по дисциплине.

Оценка «хорошо» ставится аспиранту, успешно выполнившему письменное экзаменационное задание и прошедшему устное собеседование с преподавателем, если он в результате собеседования по вопросам экзаменационного билета демонстрирует твердое знание программного материала, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении заданий по дисциплине.

Оценка «отлично» ставится аспиранту, успешно выполнившему письменное экзаменационное задание и прошедшему устное собеседование с преподавателем, если он в результате собеседования по вопросам экзаменационного билета демонстрирует глубокое и прочное усвоение всего программного материала, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

Примерные варианты тестов:

Вариант 1:

- 1) Назовите не менее трех видов машинного обучения
- 2) В каком типе обучения основными величинами являются вероятность и ошибка
- 3) Что такое смещение в контексте машинного обучения?
- 4) Какое расстояние используется в L1-норме?
 - а) манхэттенское
 - б) евклидово
 - в) Хэмминга
- 5) Какой информационный критерий накладывает больший штраф на сложность модели?
 - а) Акаике
 - б) Байеса
- 6) Назовите хотя бы одну метрику кластеризации, использующую метод поправки на случайность
- 7) Какая из этих мер информативности является обобщением остальных:
 - а) функция Хартли
 - б) энтропия Шэннона
 - в) энтропия Реньи
- 8) Назовите не менее трех мета-эвристик
- 9) Назовите хотя бы один подход к мета-обучению
- 10) Какая из этих метрик кластеризации использует оценку информативности:
 - а) Силуэт
 - б) индекс Fowlkes–Mallows
 - в) V-мера

Вариант 2:

- 1) В каком виде обучения не используются размеченные данные?
- 2) В каком типе обучения основной величиной является сложность модели
- 3) Что такое дисперсия в контексте машинного обучения?
- 4) Какое расстояние используется в L2-норме?
 - а) манхэттенское
 - б) евклидово
 - в) Хэмминга
- 5) Какой информационный критерий накладывает меньший штраф на сложность модели?
 - а) Акаике
 - б) Байеса
- 6) Назовите не менее двух концепций информации
- 7) Какая из этих мер является частным случаем остальных:
 - а) функция Хартли
 - б) энтропия Шэннона
 - в) энтропия Реньи
- 8) Назовите хотя бы один метод выбора априорного распределения при байесовской оптимизации
- 9) Какая из этих метрик кластеризации не использует оценку информативности:
 - а) индекс Fowlkes–Mallows
 - б) V-мера
 - в) Adjusted mutual information
- 10) Назовите хотя бы одну модель общего искусственного интеллекта

Вопросы к экзамену:

1. Концепции информации
2. Количественные меры информации
3. Теоретико-информационные методы в обучении с учителем
4. Теоретико-информационные методы в обучении без учителя
5. Теория вероятностно приближенно корректного обучения
6. Теория оккамовского обучения
7. Виды машинного обучения
8. Задача выбора модели обучения и оптимизации гиперпараметров
9. Теорема о бесплатных завтраках
10. Мета-эвристики
11. Байесовская оптимизация
12. Мета-обучение
13. Дилемма смещения-дисперсии
14. Регуляризация
15. Информационные критерии Акаике и Байеса
16. Метод поправки на случайность
17. Модели общего искусственного интеллекта
18. Обучение с подкреплением