

УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«07» марта 2024 г.
Протокол №1

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Reinforcement Learning (Обучение с подкреплением)»**

Направление подготовки: 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: Математика и компьютерные науки

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 4 года

Год набора: 2024

**Москва
2024**

Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)	3
2. Перечень планируемых результатов обучения	4
3. Тематический план	7
4. Содержание дисциплины (модуля)	7
5. Учебно-методическое обеспечение	8
6. Материально-техническое обеспечение	8
7. Методические и оценочные материалы	10

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Reinforcement Learning (Обучение с подкреплением)» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по специальности 02.03.01 Математика и компьютерные науки, профиль Математика и компьютерные науки, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Reinforcement Learning (Обучение с подкреплением)» позволяет создавать адаптивные системы и решения в различных прикладных задачах, включая робототехнику, игры и управление; развивает навыки математического моделирования и программной реализации сложных алгоритмов, востребованных в современной науке и индустрии.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки бакалавриата по направлению 02.03.01 Математика и компьютерные науки, профиль Математика и компьютерные науки и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) изучается на 4 курсе в 7 или 8 семестре на выбор.

Цель изучения дисциплины (модуля): освоение основных принципов и алгоритмов обучения с подкреплением для разработки интеллектуальных агентов, способных принимать оптимальные решения в динамических средах.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- освоить концепции обучения с подкреплением, а также их применение;
- реализовывать RL-алгоритмы и анализировать результаты;
- овладеть разработкой агентов, оптимизации гиперпараметров и развертывания решений.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- основные марковские процессы принятия решений (MDP);
- алгоритмы обучения с подкреплением (Q-Learning, Policy Gradients, DQN);
- применение в робототехнике, играх и автоматизации;

уметь:

- реализовывать RL-алгоритмов на Python (PyTorch/TensorFlow, OpenAI Gym);
- анализировать и интерпретировать результаты обучения агентов;

владеть:

- навыком разработки RL-агентов для конкретных задач;
- навыком оптимизации гиперпараметров и развертывание решений.

2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
УК-1.	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1.	Знает методы поиска и анализа информации в области искусственного интеллекта, основные принципы критической оценки источников информации и их релевантности
		УК-1.2.	Умеет критически оценивать источники информации и синтезировать данные из различных источников для решения задач, применять системный подход к анализу и решению комплексных проблем
		УК-1.3.	Имеет практический опыт работы с современными инструментами и технологиями для обработки информации, формулировании и структурировании задач на основе полученной информации
УК-2.	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1.	Знает действующие правовые нормы, регулирующие деятельность в области решения задач, основные методы и подходы к определению круга задач
		УК-2.2.	Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения задач, учитывая имеющиеся ресурсы и ограничения
		УК-2.3.	Имеет практический опыт применения знаний о правовых нормах и ресурсах в реальных ситуациях, разработки и реализации решений в соответствии с установленными ограничениями
ОПК-1.	Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и	ОПК-1.1.	Знает основные концепции и теории в области математического анализа и смежных дисциплин; методы и подходы, используемые в различных областях математики
		ОПК-1.2.	Умеет применять математические методы для решения профессиональных задач
		ОПК-1.3.	Имеет практический опыт разработки и реализации математических моделей в профессиональной деятельности

	математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности		
ОПК-4.	Способен находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем	ОПК-4.1.	Знает базовые основы современного математического аппарата, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности
		ОПК-4.2.	Умеет использовать этот математический аппарат в профессиональной деятельности
		ОПК-4.3.	Имеет практический опыт применения современного математического аппарата, связанного с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности
ПК-1.	Способен формулировать задачи с математической точностью, обосновывать утверждения строго и анализировать полученные результаты в области математики и компьютерных наук	ПК-1.1.	Знает методы и подходы к формулированию задач, а также основные принципы математического доказательства и анализа результатов
		ПК-1.2.	Умеет корректно ставить и формулировать математические задачи, применять строгие методы доказательства и анализировать полученные результаты
		ПК-1.3.	Имеет опыт работы с задачами в области математики и компьютерных наук, включая применение математических методов для решения практических задач
ПК-2.	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности в области искусственного интеллекта, опираясь на информационную и библиографическую культуру, используя информационно-коммуникационные технологии и учитывая основные требования информационной	ПК-2.1.	Знает основы информационной и библиографической культуры, а также принципы информационной безопасности и применения информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности
		ПК-2.2.	Умеет эффективно использовать информационно-коммуникационные технологии для решения стандартных задач профессиональной деятельности, учитывая требования

	безопасности		информационной безопасности
		ПК-2.3.	Имеет опыт работы с информационными ресурсами и технологиями в области искусственного интеллекта, включая соблюдение норм информационной безопасности
ПК-3.	Способен применять методы математического и алгоритмического моделирования для решения как теоретических, так и практических задач в рамках профессиональной деятельности	ПК-3.1.	Знает основные методы математического и алгоритмического моделирования, а также их применение для решения теоретических и прикладных задач
		ПК-3.2.	Умеет применять методы математического и алгоритмического моделирования для анализа и решения различных задач в области математики и компьютерных наук
		ПК-3.3.	Имеет опыт использования методов математического и алгоритмического моделирования при решении теоретических и прикладных задач в профессиональной деятельности

3. Тематический план

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы					ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма					
		Контактная работа			Контроль	Самостоятельная работа	
Лекции	Семинары	Консультации					
1	Основы Reinforcement Learning	10	10	4		36	Домашние задания
2	Классические алгоритмы RL	10	10	4		36	Домашние задания
3	Продвинутые методы и приложения	10	10	4		36	Домашние задания
	<i>Зачет с оценкой</i>				10		
	Итого:	30	30	12	10	108	
	Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)	190					
	Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)	5					

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Основы Reinforcement Learning	Основы MDP и уравнения Беллмана. Табличное планирование в MDP и динамическое программирование. Многорукие бандиты: теория и методы
2	Классические алгоритмы RL	Методы, основанные на ценностях: Q-обучение и его модификации. Оценка политик и методы поиска политик. Методы градиента политик: основа и применение. Обучение без модели (Model-Free RL) и функции аппроксимации. Обучение с подкреплением в условиях неопределенности: исследование и Exploration Methods. Метод Монте-Карло и деревья поиска: AlphaGo и его достижения. Архитектура Actor-Critic и продвинутые методы градиента политик
3	Продвинутые методы и приложения	Обучение в непрерывных средах: контроль и управление. Обучение с подкреплением на основе человеческой обратной связи. Ограничения методов обучения с подкреплением и обратное RL. Многоагентное обучение с подкреплением: теория и практические аспекты. Иерархическое и мета-обучение с подкреплением

5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Основная литература:

1. Уиндер, Ф. Обучение с подкреплением для реальных задач : практическое пособие / Ф. Уиндер. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022. - 400 с. - ISBN 978-5-9775-6885-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2140226>.

2. Равичандиран, С. Глубокое обучение с подкреплением на Python. OpenAI Gym и TensorFlow для профи : практическое руководство / С. Равичандиран. - Санкт-Петербург : Питер, 2020. - 320 с. - (Серия «Библиотека программиста»). - ISBN 978-5-4461-1251-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1756109>.

3. Лапань, М. Глубокое обучение с подкреплением. AlphaGo и другие технологии : практическое руководство / М. Лапань. - Санкт-Петербург : Питер, 2020. - 496 с. - (Серия «Для профессионалов»). - ISBN 978-5-4461-1079-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1733720>.

4. Мэрфи, К. П. Вероятностное машинное обучение. Дополнительные темы: основания, вывод : монография / К. П. Мэрфи ; пер. с англ. А. А. Слинкина. – Москва : ДМК Пресс, 2024. - 772 с. – ISBN 978-5-93700-120-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2204219>.

Дополнительная литература:

1. Высоконагруженные приложения. Программирование, масштабирование, поддержка. — СПб.: Питер, 2018. — 640 с.: ил. — (Серия «Бестселлеры O'Reilly»). ISBN 978-5-4461-0512-0.

2. Саттон Р. С., Барто Э. Дж. Обучение с подкреплением: Введение. 2-е изд. / пер. с англ. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2020. – 552 с.:

6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;

- механическими калькуляторами;
- специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp
2.	База данных для IT-специалистов	https://habr.com
3.	База данных ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	https://minobrnauki.gov.ru/
5.	Федеральный портал «Российское образование»	https://www.edu.ru/
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	http://school-collection.edu.ru/
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	http://fcior.edu.ru/

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
Операционные системы:		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
Браузеры:		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
Офисные приложения:		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
Программное обеспечение для планирования и учета времени:		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления проектами:		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
Системы управления базами данных:		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
Системы резервного копирования (backup):		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
Справочно-правовые системы:		

КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
Средства антивирусной защиты:		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
Среды разработки:		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
Пакеты программных средств и библиотек:		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления библиографической информацией:		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
Сервисы и службы:		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

7. Методические и оценочные материалы

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Reinforcement Learning (Обучение с подкреплением)» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, консультации, домашние задания, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

Лекция – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удастся, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

Участие в семинаре (практическом занятии) – активная работа студента на семинаре, его ответы на вопросы преподавателя и участие в дискуссии.

Для успешного участия в семинаре студентам рекомендуется заранее ознакомиться с темой обсуждения, прочитать необходимые материалы и подготовить вопросы. Важно активно слушать и вовлекаться в дискуссию, высказывая свои мнения и аргументируя их. При ответах на вопросы преподавателя стоит быть уверенным, четким и логичным, опираясь на изученный материал. Также полезно поддерживать диалог с однокурсниками, чтобы обогатить обсуждение и расширить свои знания.

Домашнее задание – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал. Использовать различные источники

информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

Проект – исследовательская работа по курсу и презентация результатов.

Для успешной подготовки к проекту: четко определите цели и задачи проекта, распределите роли и обязанности между участниками, а также установите сроки выполнения каждой части работы. Регулярно проводите встречи для обсуждения прогресса и решения возникающих вопросов.

Самостоятельная работа – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Reinforcement Learning (Обучение с подкреплением)»

Оценивание уровня учебных достижений, обучающихся по дисциплине (модулю), осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в форме *зачета с оценкой*, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Отлично	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину. Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
9	Отлично	
8	Отлично	
7	Хорошо	Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать,
6	Хорошо	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
		обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
5	Удовлетворительно	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	
3	Не сдан	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	
1	Не сдан	

Дисциплина (модуль) «Reinforcement Learning (Обучение с подкреплением)» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Описание
Домашние задания	80%	Набор задач по темам недели
Зачет с оценкой	20%	Устные или письменные ответы на вопросы по дисциплине (модулю)

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Reinforcement Learning (Обучение с подкреплением)»: $\langle 0,8 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,2 \times \text{зачет с оценкой} \rangle$.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание «Основы Reinforcement Learning»

1. Определите ключевые компоненты задачи обучения с подкреплением: агент, среда, состояние, действие и награда. Приведите пример из реальной жизни.
2. Объясните, что такое Марковский процесс принятия решений (MDP) и опишите его основные элементы.
3. В чем состоит разница между функцией ценности состояния $V(s)$ и функцией ценности действия $Q(s, a)$?
4. Опишите, что такое политика π и как она связана с функциями ценности.
5. Нарисуйте и объясните цикл взаимодействия агента и среды в задаче обучения с подкреплением.

Домашнее задание «Классические алгоритмы RL»

1. Опишите метод динамического программирования для решения MDP и объясните, как происходит итерация по значениям.
2. Что такое политика итерация? Как она используется для улучшения качества агента?
3. Объясните идею Temporal Difference (TD) обучения и чем оно отличается от метода Монте-Карло.
4. Опишите алгоритм Q-обучения и приведите пример обновления Q-значения.
5. В чем отличие алгоритмов Q-обучения и SARSA? Приведите пример ситуации, когда SARSA предпочтительнее.

Домашнее задание «Продвинутые методы и приложения»

1. Что такое функциональное аппроксимирование в RL и почему оно необходимо при работе с большими пространствами состояний?
2. Опишите архитектуру Deep Q-Network (DQN) и объясните, как она решает проблему обучения с подкреплением.
3. Объясните основные идеи методов градиентного обучения политики (Policy Gradient).
4. Что такое Actor-Critic методы? Опишите роль актёра и критика в этих алгоритмах.
5. Приведите пример применения глубокого обучения в RL на практике
6. Что такое задачи с частичной наблюдаемостью (POMDP) и как они отличаются от классических MDP?
7. Опишите основные подходы к обучению с подкреплением в непрерывных пространствах состояний и действий.
8. Приведите пример применения RL в робототехнике и опишите, какие задачи решаются с помощью RL в этой области.
9. Как RL применяется в игровых средах? Приведите пример успешного применения.
10. Обсудите вызовы и перспективы использования RL в управлении сложными системами.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1	Назовите ключевую концепцию MDP в обучении с подкреплением.	Марковское свойство	УК-1
2	Укажите метод поиска научных статей по обучению с подкреплением.	Поисковая система; база данных	УК-1
3	Как называется процесс оценки достоверности источника информации о RL?	Критический анализ	УК-1
4	Назовите подход к объединению данных из разных источников для решения задач в RL.	Синтез	УК-2
5	Назовите нормативный акт, регулирующий использование ИИ в России.	Федеральный закон	УК-2
6	Как называется процесс определения задач в проекте по RL?	Формулировка	УК-2
7	Какой способ решения задач учитывает ограниченность ресурсов в RL?	Оптимизация	ОПК-1

8	Как называется документ, подтверждающий соответствие решения правовым нормам в RL?	Сертификат	ОПК-1
9	Назовите метод математического моделирования, применяемый в обучении с подкреплением.	Алгоритм	ОПК-1
10	Как называется алгоритм, используемый в вариационных методах RL?	Вариационный байесовский	ОПК-4
11	Назовите теорию, применяемую для нахождения экстремумов в функциях RL.	Оптимизация	ОПК-4
12	Как называется участие в научных публикациях по RL?	Публикация	ОПК-4
13	Назовите основную теоретическую концепцию машинного обучения в RL.	Обучение с подкреплением	ПК-1
14	Как называется закономерность, описывающая зависимость данных в RL?	Корреляция	ПК-1
15	Назовите метод исследования, основанный на эксперименте в RL.	Эмпирический	ПК-1
16	Как называется практическая работа по RL?	Проект	ПК-2
17	Назовите элемент информационной культуры, связанный с этикой в RL.	Конфиденциальность	ПК-2
18	Как называется принцип защиты данных в RL?	Шифрование	ПК-2
19	Назовите технологию для обмена данными в ИИ и RL.	API	ПК-3
20	Как называется опыт работы с информационными ресурсами в RL?	Анализ данных	ПК-3