
УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«25» мая 2026 г.
Протокол № 2

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Графические вероятностные модели»**

Направление подготовки: 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: Машинное обучение в
электронной коммерции

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 2 года

Год набора: 2026

**Москва
2026**

Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)	3
2. Перечень планируемых результатов обучения.....	5
3. Тематический план.....	8
4. Содержание дисциплины (модуля).....	8
5. Учебно-методическое обеспечение	10
6. Материально-техническое обеспечение	10
7. Методические и оценочные материалы	12

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Графические вероятностные модели» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Машинное обучение в электронной коммерции, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 810 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Графические вероятностные модели» позволяет сформировать у студентов системное понимание структурных и вероятностных принципов моделирования сложных зависимостей между переменными, а также развить навыки построения, анализа и практической реализации графических моделей — от байесовских сетей и фактор-графов до интеграции с нейронными архитектурами и обучением с подкреплением — для решения задач с неопределённостью, скрытыми состояниями и частичной наблюдаемостью.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки магистратуры по направлению 02.04.01 Математика и компьютерные науки, профиль Машинное обучение в электронной коммерции и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) доступна к изучению на 2 курсе в 3 или 4 семестре на выбор. Доступна для прохождения при условии успешного завершения дисциплины «Основы байесовского вывода».

Цель изучения дисциплины (модуля): подготовить специалистов к разработке и применению графических вероятностных моделей как мощного инструмента для представления знаний, структурированного вывода и принятия решений в условиях неполной информации, а также научить сочетать вероятностное моделирование с современными методами глубокого обучения.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- освоить принципы построения байесовских и марковских сетей, фактор-графов и тематических моделей;
- научиться формализовать прикладные задачи в виде графов вероятностных зависимостей и факторизованных распределений;
- приобрести навыки применения методов вывода: сэмплирование (MCMC), вариационные подходы (VI), точная маргинализация;
- развить умение реализовывать и интерпретировать эксперименты с вероятностными моделями и нейросетевыми архитектурами;
- освоить методы диагностики, регуляризации и оценки качества моделей для предотвращения переобучения и повышения обобщающей способности.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- принципы построения байесовских и марковских сетей, фактор-графов, тематических моделей;
- словную независимость, факторизацию совместного распределения,

- маргинализацию и правдоподобие;
- вариационный вывод, сэмплирование;
- базовые архитектуры нейронных сетей и постановки обучения с подкреплением, рассматриваемые в курсе.

уметь:

- формализовать прикладную задачу через случайные величины, граф зависимостей, факторы и наблюдаемые данные;
- выбирать метод вывода или обучения с учётом структуры графа, циклов, качества данных и вычислительных ограничений;
- реализовывать и интерпретировать эксперименты: маргинализацию, сэмплирование, вариационный вывод, обучение нейросетей;
- анализировать качество моделей, выявлять переобучение, подбирать регуляризацию и объяснять полученные результаты.

владеть:

- математическим аппаратом байесовского вывода, факторизации распределений и оптимизации параметров моделей;
- практическими навыками реализации вероятностных моделей, алгоритмов вывода и нейросетевых моделей в воспроизводимых экспериментах;
- инструментами обучения и диагностики моделей: обратное распространение ошибки (backpropagation), градиентный спуск, momentum и Adam-подходы, dropout метод, валидация;
- навыками обоснованного выбора модели и метода для исследовательских задач машинного обучения.

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-6.	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1.	Знает основные методы самооценки и анализа своей деятельности, а также принципы управления временем и целеполагания
		УК-6.2.	Умеет ставить реалистичные и достижимые цели, определять приоритеты в своей деятельности, а также разрабатывать и внедрять планы по совершенствованию своих навыков и компетенций на основе полученной самооценки
		УК-6.3.	Имеет практический опыт применения методов самооценки в своей профессиональной деятельности, включая участие в тренингах, семинарах и проектах, направленных на развитие личной эффективности и профессионального роста
ОПК-1.	Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики	ОПК-1.1.	Знает современные методы прикладной математики и машинного обучения, а также программные средства анализа данных, применяемые в электронной коммерции для решения задач персонализации предложений, прогнозирования спроса и оптимизации пользовательского взаимодействия
		ОПК-1.2.	Умеет выявлять и формализовать задачи области профессиональной деятельности в виде математических постановок,

			выбирать и применять соответствующие методы и алгоритмы, интерпретировать полученные результаты и представлять их в форме, понятной специалистам различного профиля
		ОПК-1.3.	Имеет практический опыт решения прикладных задач в сфере профессиональной деятельности, включая работу с реальными наборами данных, построение и оценку качества моделей машинного обучения, а также участие в проектной и исследовательской деятельности, направленной на повышение эффективности цифровых платформ
ПК-1.	Способен осуществлять анализ и формализацию прикладных задач электронной коммерции с использованием методов машинного обучения	ПК-1.1.	Знает теоретические основы машинного обучения, математические методы анализа данных, а также особенности бизнес-процессов и цифровых платформ электронной коммерции
		ПК-1.2.	Умеет осуществлять постановку прикладных задач электронной коммерции в формализованном виде, выбирать адекватные методы и модели машинного обучения, определять критерии и показатели оценки их эффективности
		ПК-1.3.	Имеет практический опыт формализации и решения прикладных задач в области электронной коммерции с применением методов машинного обучения
ПК-3.	Способен осуществлять анализ, интерпретацию и оценку результатов применения методов машинного обучения в электронной коммерции	ПК-3.1.	Знает методы статистического анализа, принципы построения и оценки качества моделей, подходы к проведению экспериментальных исследований и проверке

			статистических гипотез
		ПК-3.2.	Умеет проводить анализ данных и результатов моделирования, интерпретировать полученные результаты с учетом целей и показателей эффективности деятельности организации
		ПК-3.3.	Имеет практический опыт проведения аналитических исследований и подготовки обоснованных выводов и рекомендаций для принятия управленческих решений

3. Тематический план

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостояте льная работа	
		Лекции	Семинары (практичес кие занятия)			
1	Графические модели	10	10	4	45	Домашние задания
2	Нейронные сети	15	15	4	50	Домашние задания
3	Обучение с подкреплением	5	5	4	23	Домашние задания
	Экзамен			4		
Итого:		30	30	12	118	
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	Графические модели	Графические модели: определения, обозначения, примеры Маргинализация в общем виде, вывод на графе без циклов Вывод на графе с циклами: вариационные приближения Сэмплирование как метод приближённого вычисления. Методы сэмплирования Тематическое моделирование и модель скрытого размещения Дирихле (LDA) Вывод в моделях со сложными факторами: распространение ожиданий (Expectation Propagation). Байесовские рейтинг-системы
2	Нейронные сети	Нейронные сети: перцептрон. Виды функций активации. Обучение одного перцептрона. История развития нейронных сетей Как обучать сети I: градиентный спуск. Обратное распространение градиента на графе вычислений Как обучать сети II: как сделать градиентный спуск быстрее и лучше. Метод моментов, методы второго порядка и другие трюки Регуляризация в нейронных сетях. Дропаут и его мотивация. Другие методы

		Рекуррентные сети: базовые архитектуры, архитектуры LSTM и GRU Свёрточные сети: архитектуры, методы обучения, приложения Глубокие сети для обработки текстов I: распределённые представления слов и их приложения Глубокие сети для обработки текстов II: рекурсивные нейронные сети, сети со стеком, сети с памятью
3	Обучение с подкреплением	Обучение с подкреплением: основы, определения, классические алгоритмы. Как работает AlphaGo: обучение с подкреплением на глубоких сетях. Модель DQN. Нейробайесовские методы

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. Сукар, Л. Вероятностные графовые модели. Принципы и приложения : практическое руководство / Л. Сукар ; пер. с англ. А. В. Снастина. — Москва : ДМК Пресс, 2021. — 338 с. — ISBN 978-5-97060-874-6. — Текст : электронный // ЭБС Znanium. — URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2109479>.

2. Мэрфи, К. П. Вероятностное машинное обучение: введение : практическое руководство / К. П. Мэрфи ; пер. с англ. А. А. Слинкина. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — 990 с. — ISBN 978-5-93700-119-1. — Текст : электронный // ЭБС Znanium. — URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2109489>.

Дополнительная литература:

1. Платонов, А. В. Машинное обучение : учебное пособие для вузов / А. В. Платонов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 89 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20732-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт. — URL: <https://urait.ru/bcode/589132>.

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) «Графические вероятностные модели» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, 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.

Семинар — это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

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.

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) «Графические вероятностные модели»

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 **экзамена**, 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, если иное не указано в syllabus дисциплины:

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 (модуль). 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
9	Отлично	
8	Отлично	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
		практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
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, 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.
6	Хорошо	
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) «Графические вероятностные модели» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	50%	10	Набор задач по темам недели
Экзамен	50%	1	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Графические вероятностные модели»: $0,5 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,5 \times \text{экзамен}$.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1. Вывод в графических моделях: маргинализация и сэмплирование

Задание:

1. Дано:
 - Байесовская сеть с 4 переменными: $A \rightarrow B \rightarrow C \leftarrow D$
 - Таблицы условных вероятностей (CPT) для каждой переменной
2. Выполните:
 - Постройте фактор-граф модели
 - Вычислите $P(C=\text{true})$ методом точной маргинализации (sum-out переменных)
3. Реализуйте:
 - Гибридный метод: сэмплирование по Гиббсу (Gibbs Sampling) для оценки $P(C=\text{true})$
 - Сравните результаты с точным расчётом
4. Проанализируйте:
 - Сходимость цепи
 - Влияние начального состояния
5. Объясните, почему маргинализация сложна в графах с циклами.

Требования:

- Код на Python (NumPy, pandas)
- Выводы по точности и вычислительной сложности
- Интерпретация полученных распределений

Домашнее задание 2. Тематическое моделирование и LDA

Задание:

1. Возьмите небольшой корпус текстов (например, 100 новостей или отзывов).
2. Подготовьте данные:
 - Лемматизация, удаление стоп-слов, векторизация (BoW)
3. Обучите модель LDA (например, через gensim или sklearn):
 - Подберите число тем (3–5)
 - Проанализируйте топ-слова по темам
4. Визуализируйте:
 - Распределение тем в документах
 - Когерентность тем (coherence score)
5. Примените Expectation Propagation (EP) или вариационный вывод (в описании):
 - Объясните, как EP улучшает качество вывода в LDA
6. Сравните с наивным подходом (например, NMF) — по интерпретируемости.

Требования:

- Отчёт с примерами тем и их интерпретацией
- Обоснование выбора числа тем
- Обсуждение ограничений LDA

Домашнее задание 3. Обучение с подкреплением: DQN и интеграция с нейросетями

Задание:

1. Реализуйте или используйте готовую среду (например, **CartPole-v1** из Gym).
2. Постройте агента на основе DQN:
 - Свёрточная или полносвязная сеть как Q-аппроксиматор
 - Replay buffer, целевая сеть, ϵ -жадная стратегия
3. Обучите агента:
 - Зафиксируйте кривую награды

- Оцените стабильность обучения
- Добавьте улучшения:
 - Double DQN или Dueling DQN
 - Сравните с базовой версией
 - Проанализируйте:
 - Влияние dropout и других методов регуляризации на обучение
 - Как нейробайесовские подходы (например, dropout как приближение байесовского вывода) могут повысить устойчивость

Требования:

- Код на PyTorch или TensorFlow
- Графики обучения
- Обсуждение связи RL, нейросетей и вероятностного вывода

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Что такое графическая модель?	Представление совместного распределения через граф зависимостей	ПК-3
2.	В чём разница между байесовской и марковской сетью?	Байесовская — ориентирована, Марковская — неориентирована	ПК-3
3.	Что такое фактор-граф?	Двудольный граф переменных и факторов, представляющий факторизацию	ПК-3
4.	Что такое условная независимость в графе?	Отсутствие зависимости при условии на соседей/родителей	ОПК-1
5.	Как работает маргинализация?	Суммирование (интегрирование) по ненужным переменным	ПК-3
6.	Что такое вариационный вывод?	Приближённый вывод через оптимизацию параметров простого распределения	ПК-3
7.	Какой метод сэмплирования использует цепи Маркова?	МСМС, например, Гиббсовое сэмплирование	ПК-3
8.	Что такое LDA?	Генеративная модель для выявления тем в текстах	ПК-1
9.	Что такое Expectation Propagation (EP)?	Метод приближённого вывода, аппроксимирующий сложные факторы	ПК-3
10.	Как dropout помогает при обучении нейросетей?	Регуляризация, предотвращение переобучения	ПК-3
11.	Что такое backpropagation?	Алгоритм вычисления градиентов через цепное правило	ПК-1

12.	Как работает Adam?	Адаптивный метод оптимизации с учётом момента и скользящего среднего градиентов	ПК-3
13.	Что такое LSTM?	Рекуррентная сеть с ячейкой памяти для долгосрочных зависимостей	ПК-3
14.	Как работает свёрточная сеть?	Использует локальные признаки через свёртки и пулинг	ПК-3
15.	Что такое Q-функция в обучении с подкреплением?	Ожидаемая награда при действии в состоянии	ПК-1
16.	Как работает DQN?	Аппроксимирует Q-функцию с помощью нейросети	ПК-3
17.	Зачем нужна целевая сеть в DQN?	Стабилизация обучения за счёт заморозки целевых Q-значений	ПК-3
18.	Что такое ϵ -жадная стратегия?	Случайное действие с вероятностью ϵ , иначе — оптимальное	ПК-1
19.	Как dropout связан с байесовским выводом?	Интерпретируется как приближение распределения весов (MC Dropout)	УК-6
20.	Как команда может согласовать архитектуру графической модели?	Через обсуждение структуры зависимостей, ревью дизайна, документирование	УК-6