
УТВЕРЖДЕНА

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

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Нейробайесовские методы машинного обучения»**

Направление подготовки: 02.04.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: Машинное обучение в индустрии

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	9
6. Материально-техническое обеспечение	9
7. Методические и оценочные материалы	11

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

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

Изучение дисциплины (модуля) «Нейробайесовские методы машинного обучения» позволяет сформировать глубокое понимание синергии между байесовским выводом и глубоким обучением, а также развить навыки построения, реализации и диагностики вероятностных моделей, способных не только предсказывать, но и количественно оценивать свою неопределённость, что критически важно для надёжных и интерпретируемых ИИ-систем.

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 промышленности 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 (модуля) «Глубокое обучение (Deep Learning)».

Цель изучения дисциплины (модуля): подготовить специалистов к разработке и применению нейробайесовских моделей, таких как байесовские нейронные сети, вариационные автокодировщики и диффузионные модели, с использованием современных методов приближённого вывода, обеспечивая баланс между точностью, интерпретируемостью и вычислительной эффективностью в условиях реальных данных и ограниченных ресурсов.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- освоить математические основы байесовского подхода и его интеграцию с нейросетевыми архитектурами;
- научиться выбирать и применять методы приближённого вывода (MCMC, SVI, normalizing flows) в зависимости от структуры модели и данных;
- приобрести навыки вывода и оптимизации ELBO, применения репараметризации и снижения дисперсии градиентов;
- развить умение реализовывать нейробайесовские модели и проводить их диагностику: по калибровке, сходимости, апостериорному предсказанию;
- освоить практики сравнения моделей по качеству прогноза, достоверности неопределённости и вычислительным затратам.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- математические основы байесовского вывода;
- методы приближённого вывода в вероятностных моделях: MCMC/HMC, SVI, вариационный вывод, normalizing flows, SMC;

- принципы байесовских нейронных сетей, вариационных автокодировщиков, диффузионных моделей и оценки неопределённости.

уметь:

- формулировать задачу машинного обучения как вероятностную модель и выбирать адекватный метод вывода;
- выводить и оптимизировать ELBO, применять репараметризацию и методы снижения дисперсии градиентных оценок;
- реализовывать нейробайесовские модели и диагностировать качество вывода: сходимость, калибровку, posterior predictive checks, вычислительную устойчивость.

владеть:

- инструментами численного байесовского вывода и вероятностного программирования в Python;
- практиками сравнения нейробайесовских моделей по качеству прогноза, неопределённости и вычислительной стоимости.

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 основные методы и подходы к решению задач прикладной и компьютерной математики, включая алгоритмы, математическое моделирование и теорию оптимизации, а также современные инструменты и технологии, используемые в этой области
		ОПК-1.2.	Умеет анализировать и формулировать математические задачи, применять соответствующие методы и алгоритмы для их решения, а также интерпретировать и

			представлять результаты в понятной и доступной форме
		ОПК-1.3.	Имеет практический опыт работы над проектами или исследованиями в области прикладной и компьютерной математики, включая участие в конкурсах, олимпиадах или научных публикациях, где были решены актуальные и значимые задачи
ПК-1.	Способен определять общие формы и закономерности области машинного обучения в индустрии	ПК-1.1.	Знает основные теоретические концепции и принципы, относящиеся к области машинного обучения в индустрии, а также ключевые закономерности и модели, которые помогают в анализе и интерпретации данных
		ПК-1.2.	Умеет проводить систематический анализ области разработки, выявлять и формулировать общие закономерности и тенденции, а также применять методы исследования для получения новых знаний и понимания
		ПК-1.3.	Имеет практический опыт работы в области машинного обучения в индустрии, включая участие в научных проектах, исследованиях или практических заданиях, где были выявлены и описаны общие формы и закономерности
ПК-3.	Способен решать задачи профессиональной деятельности, формулировать результат, увидеть следствия полученного результата	ПК-3.1.	Знает основные принципы и методы решения задач профессиональной деятельности, а также способы формулирования и представления результатов, включая анализ последствий и их значимость в контексте проекта
		ПК-3.2.	Умеет применять математические и компьютерные методы для решения конкретных задач,

			формулировать четкие и обоснованные результаты, а также анализировать их последствия для дальнейших действий и решений
		ПК-3.3.	Имеет практический опыт в решении профессиональных задач, включая участие в проектах, где были получены результаты и проанализированы их следствия, что способствовало принятию обоснованных решений
ПК-6.	Способен разрабатывать программное обеспечение для решения прикладных задач в сфере машинного обучения в индустрии	ПК-6.1.	Знает основные языки программирования, методы разработки программного обеспечения, а также принципы проектирования и архитектуры программных систем, применяемых в машинном обучении в индустрии
		ПК-6.2.	Умеет анализировать прикладные задачи, разрабатывать алгоритмы и реализовывать их в виде программного обеспечения, используя современные инструменты и технологии, а также проводить тестирование и отладку созданных решений
		ПК-6.3.	Имеет практический опыт разработки программного обеспечения в рамках реальных проектов, включая участие в командах, где были успешно реализованы решения для конкретных прикладных задач в сфере профессиональной деятельности

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	Вариационный вывод и стохастическая оптимизация	4	4		50	Домашние задания
2	Байесовские глубокие модели и скрытые переменные	6	6		52	Домашние задания
3	Генеративные модели и диффузионные подходы, MCMC	6	6		52	Домашние задания
	Экзамен			4		
Итого:		16	16	4	154	
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	Вариационный вывод и стохастическая оптимизация	Стохастический вариационный вывод: вариационная нижняя оценка, мини-батчи, стохастическая оптимизация Дважды стохастический вариационный вывод: трюк репараметризации, оценивание градиентов
2	Байесовские глубокие модели и скрытые переменные	Байесовские нейронные сети: априорные распределения, апостериорный вывод, неопределенность Вариационные автокодировщики и нормализующие потоки в задачах вариационного вывода Методы снижения дисперсии в моделях со скрытыми переменными
3	Генеративные модели и диффузионные подходы, MCMC	Открытые проблемы глубокого обучения и свойства ландшафта функции потерь Диффузионные модели Нейросетевые методы семплирования: обучаемые предлагающие распределения, транспортные отображения, связь с гамильтоновыми методами

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. 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>.

2. Малугин, В. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник и практикум для вузов / В. А. Малугин. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 470 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05470-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт. — URL: <https://urait.ru/bcode/586106>.

Дополнительная литература:

1. 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 // ЭБС Znanium. — URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2204219>.

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) «Нейробайесовские методы машинного обучения» 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) «Нейробайесовские методы машинного обучения»

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) «Нейробайесовские методы машинного обучения» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	50%	5	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) «Нейробайесовские методы машинного обучения»: $0,5 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,5 \times \text{экзамен}$.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1. Стохастический вариационный вывод и репараметризация
Задание:

1. Рассмотрите простую байесовскую модель:

- $x \sim N(\mu, 1)$, $\mu \sim N(0, 1)$ — априор
 - Дано: выборка $x_1, \dots, x_n$
2. Постройте вариационную модель:
 - Апостериор $q\phi(\mu) = N(\mu|m, s^2)$
 - Выведите ELBO аналитически
 3. Реализуйте:
 - Стохастическую оптимизацию ELBO с использованием трюка репараметризации
 - Обучение с мини-батчами (при $n=1000$)
 4. Визуализируйте:
 - Сходимость параметров m и s
 - Сравнение с аналитическим апостериором
 5. Оцените дисперсию градиентов с репараметризацией и без (через score function estimator) — объясните разницу.

Требования:

- Код на PyTorch или JAX
- Графики обучения и дисперсии
- Выводы о преимуществах репараметризации

Домашнее задание 2. Байесовская нейронная сеть и оценка неопределённости

Задание:

1. Реализуйте байесовскую полносвязную сеть (на 2 слоя) для задачи регрессии (например, на синтетических данных с "лунами" или неоднородной дисперсией).
2. Используйте:
 - Априор: $N(0, \sigma^2)$ на весах
 - Апостериор: факторизованный нормальный (mean-field)
 - ELBO как функцию потерь
3. Обучите модель с помощью SVI (стохастического вариационного вывода).
4. Проведите предсказание с неопределённостью:
 - Сэмплируйте веса (MC Dropout-подобно)
 - Постройте доверительные интервалы для предсказаний
5. Проведите **posterior predictive check**: сравните предсказанные распределения с истинными данными.
6. Оцените **калибровку модели**: совпадает ли заявленная неопределённость с реальной частотой ошибок?

Требования:

- Визуализация предсказаний и неопределённости
- Анализ переобучения и устойчивости
- Интерпретация для применения в критических системах

Домашнее задание 3. Диффузионная модель и MCMC с нейросетями

Задание:

1. Реализуйте упрощённую диффузионную модель (DDPM) для одномерных данных:
 - Прямой процесс: пошаговое добавление шума
 - Обратный процесс: нейросеть предсказывает шум

2. Обучите модель на выборке из смеси гауссиан.
3. Сгенерируйте выборку через обратный процесс — визуализируйте.
4. Сравните с MCMC-подходом:
 - Используйте НМС (Hamiltonian Monte Carlo) для семплирования из истинного распределения
 - Оцените качество выборок (через KDE и визуально)
5. Обсудите:
 - Как нейросети ускоряют MCMC (например, через обучаемые предлагающие распределения)?
 - Связь диффузионных моделей с транспортными отображениями

Требования:

- Код с комментариями
- Графики: исходные данные, сэмплы из диффузионной модели и MCMC
- Анализ вычислительной эффективности и качества

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	Как спланировать изучение байесовских методов для профессионального роста?	План обучения с этапами, сроками и целями по темам	УК-6
2.	Как определить приоритеты при выборе метода вывода (MCMC или VI)?	Оценка вычислительных ресурсов, времени и требуемой точности	УК-6
3.	Как оценить свой текущий уровень навыков в вероятностном моделировании?	Самоанализ компетенций, тестирование, обратная связь от экспертов	УК-6
4.	Как организовать личный процесс регистрации экспериментов с моделями?	Документирование гипотез, настроек и результатов до начала тестов	УК-6
5.	Как математически записывается функция ELBO?	$L = E_q[\log p(x, z)] - KL(q(z) p(z))$ — вариационная нижняя оценка	ОПК-1
6.	Какова математическая цель репараметризации в вариационном выводе?	Сделать градиенты по параметрам распределения дифференцируемыми	ОПК-1
7.	Что означает mean-field approximation с точки зрения теории вероятностей?	Факторизация апостериорного распределения по независимым параметрам	ОПК-1
8.	На каком математическом принципе основан score function estimator?	Оценка градиентов через логарифм вероятности (метод REINFORCE)	ОПК-1
9.	К какому классу моделей относится VAE в индустрии ML?	Генеративная модель с латентными переменными и вариационным выводом	ПК-1

10.	Какая архитектура является современным трендом в генеративном моделировании?	Диффузионные модели (постепенное удаление шума)	ПК-1
11.	В чем концептуальное отличие байесовской нейросети от обычной?	Веса представлены как распределения, а не фиксированные значения	ПК-1
12.	Что представляет собой метод МСМС в контексте анализа данных?	Метод сэмплирования из апостериорного распределения для вывода	ПК-1
13.	Какую задачу решает оценка неопределённости в предсказаниях модели?	Повышение надёжности решений в критических приложениях	ПК-3
14.	Каковы последствия плохой калибровки модели для бизнеса?	Недоверие к прогнозам и ошибочные управленческие решения	ПК-3
15.	Как решить задачу вывода в модели с высоким числом параметров?	Использование стохастического вариационного вывода (SVI)	ПК-3
16.	Почему важно контролировать вычислительную устойчивость алгоритма?	Чтобы избежать взрывов градиентов, NaN и расходимости обучения	ПК-3
17.	Как программно реализовать архитектуру VAE?	Кодировщик, декодер и функция потерь KL-дивергенции	ПК-6
18.	Какие библиотеки используются для вероятностного программирования?	PyMC, Stan, TensorFlow Probability, Pyro	ПК-6
19.	Как тестировать корректность реализации байесовской модели?	Проверка восстановления параметров на синтетических данных	ПК-6
20.	Как оптимизировать код стохастического вариационного вывода?	Использование мини-батчей и автоматического дифференцирования	ПК-6