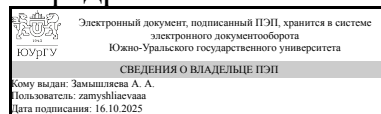


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



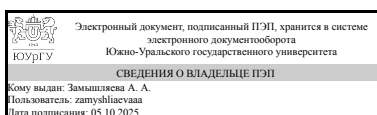
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.07 Генеративные нейронные сети
для направления 09.03.04 Программная инженерия
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Искусственный интеллект, глубокое обучение и анализ данных
форма обучения очная
кафедра-разработчик Центр ОП топ-уровня в сфере ИИ "ВиртУм"

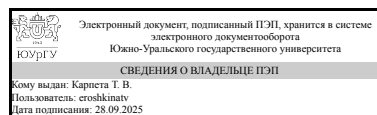
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 920

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., проф.



А. А. Замышляева

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



Т. В. Карпета

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование у студентов знаний и навыков в области генеративных нейронных сетей (GAN, VAE, Diffusion Models), их архитектуры, а также практических навыков разработки, обучения и применения генеративных моделей глубокого обучения для создания новых данных, аналогичных реальным. Задачи: изучить теоретические основы генеративных моделей, освоить методы обучения и оценки качества генеративных моделей, применить знания на практике через реализацию проектов (например, генерация изображений, текстов, музыки)

Краткое содержание дисциплины

Введение в генеративные модели. Основные понятия: генеративные vs. дискриминативные модели. Обзор архитектур: GAN, VAE, Diffusion, Autoregressive модели (GPT). Generative Adversarial Networks (GAN). Принцип работы: генератор vs. дискриминатор. Архитектуры: DCGAN, StyleGAN, CycleGAN. Проблемы обучения и методы их решения. Вариационные автокодировщики (VAE). Энкодер-декодер структура. Теория: variational inference, ELBO. Приложения: генерация изображений, дообучение. Diffusion-модели. Принцип диффузионных процессов. Stable Diffusion, DDPM. Практическое применение. Оценка качества генерации. Метрики: FID, Inception Score, Precision/Recall. Интерпретация результатов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-15 [DL-5] Способен применять и (или) разрабатывать алгоритмы распознавания и генерации речи	Знает: - [И-1, ПУ] способы дообучения модели на domain-specific данных; способы комбинирования нескольких моделей (например, ASR + NLP для постобработки текста) Умеет: - [И-1, ПУ] оптимизировать модель для edge-устройств путём квантования и дистилляции [И-2, ПУ] строить ETL-пайплайны для обработки аудио в реальном времени (Kafka, Apache Beam) [И-3, ПУ] анализировать ошибки по контексту; сравнивать модели на custom-бенчмарках; предлагать улучшения на основе ошибок, дообучение на проблемных фразах Имеет практический опыт: - [И-2, ПУ] генерации синтетических данных для балансировки датасетов с помощью различных генеративных моделей
ПК-16 [LLM-2] Способен дообучать, адаптировать и оптимизировать генеративные модели под специфические задачи и условия применения	Знает: - [И-4, ПУ] способы настройки гиперпараметров fine-tune [И-5, ПУ] способы определения прироста метрик на разных этапах обучения Умеет: - [И-1, ПУ] создавать обучающие наборы данных под разные типы задач [И-3, ПУ] настраивать RLHF пайплайны с использованием человекоориентированных меток; применять distillation для адаптации модели под edge-

	устройства Имеет практический опыт: - [И-2, ПУ] выбора методов дообучения моделей с учетом требований к latency и ресурсам
ПК-20 [DL-2] Способен применять и (или) разрабатывать современные архитектуры генеративных глубоких сетей	Знает: - [И-1, ПУ] способы настройки параметров генерации под конкретную задачу [И-3, БУ] существующие генеративные архитектуры (GAN, VAE, Diffusion) Умеет: - [И-1, ПУ] реализовывать техники контролируемой генерации (guidance scale, prompt engineering); комбинировать несколько моделей в пайплайн; проводить domain adaptation для специфических данных [И-2, ПУ] настраивать распределенное обучение (DDP, DeepSpeed); оптимизировать память и скорость обучения (gradient checkpointing) [И-3, БУ] экспериментировать с техниками стабилизации обучения Имеет практический опыт: - [И-1, ПУ] использования продвинутых методов эффективного обучения (QLoRA, DreamBooth), оптимизации процесса обучения (подбор lr, батчей) [И-2, ПУ] реализации сложных пайплайнов обучения (multi-stage training); использования продвинутых техник дообучения (LoRA, DreamBooth) [И-3, БУ] адаптации существующих генеративных архитектур (GAN, VAE, Diffusion) под специфические задачи
ПК-23 [FC-2] Способен проводить фронтирные исследования в области фундаментальных и генеративных моделей	Знает: - [И-1, БУ] архитектуры генеративных моделей (GAN, VAE, Diffusion Models, Autoregressive Models и др.), принципы обучения генеративных моделей (функции потерь, adversarial training, стабилизация обучения) Умеет: - [И-1, БУ] разрабатывать, обучать и настраивать генеративные модели (PyTorch, TensorFlow, JAX); работать с фреймворками (Hugging Face Diffusers, KerasCV, GANlib); обрабатывать данные (нормализация, аугментация, работа с датасетами); модифицировать и улучшать существующие архитектуры; оценивать качество генерации (FID, Inception Score, Precision/Recall для GAN) Имеет практический опыт: - [И-1, БУ] генерации изображений, текста, музыки, 3D-моделей; использования в дополненной реальности (AR), дизайне, медиа

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Интеллектуальная обработка естественного языка, Основы компьютерного зрения, Производственная практика (технологическая,	Проектно-исследовательский семинар, Производственная практика (преддипломная, стажировка) (8 семестр)

проектно-технологическая, стажировка) (6 семестр)	
---	--

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Основы компьютерного зрения	Знает: -[И-2, ПУ] отличия и способы применения нейронных сетей для отслеживания объектов (семейство R-CNN, YOLO), -[И-1, БУ] принципы и методы переноса знаний и адаптации моделей в компьютерном зрении, -[И-1, ПУ] способы оптимизации гиперпараметров для улучшения качества; способы создания сложных пайплайнов аугментации (albumentations)[И-2, ПУ] Нейросетевые архитектуры для анализа изображений VGG, Inception, ResNet, EfficientNet и т.д., особенности обучения и дообучения; архитектуры FCN и Unet в задачах сегментации, функции потерь для задачи сегментации; одностадийные (SSD, YOLO) и двухстадийные (FASTER R-CNN, Mask R-CNN) детекторы в задачах детекции, функции потерь в задаче детекции Умеет: -[И-2, ПУ] применять принцип построения вычислительного блока Google Inception, -[И-1, БУ] применять существующие инструменты для реализации процессов переноса знаний и адаптации моделей, -[И-1, ПУ] работать с видео: извлечение кадров, обработка временных последовательностей[И-2, ПУ] разрабатывать алгоритмы сегментации изображений (раделение-слияние регионов, нормализованный разрез графа, mean shift), включая семантическую сегментацию; применять преобразование Хафа и RANSAC; применять алгоритмы детекции характеристических точек (детектор Харриса, детектор Фестнера, SUSAN, блобы, DoG); применять дескрипторы изображений, например, SIFT Имеет практический опыт: -[И-2, ПУ] разработки решений с применением backbone сетей, -[И-1, ПУ] сравнения разных предобученных под конкретную задачу моделей; проведения transfer learning на своих данных
Интеллектуальная обработка естественного языка	Знает: -[И-2, БУ] способы создания простых последовательностей промптов, -[И-1, БУ] классические инструменты парсинга текстов: регулярные выражения, токенизация, морфологический анализ, синтаксический анализ[И-2, ПУ] основные архитектуры сетей, использующиеся для векторизации текстовых данных: Word2Vec, Doc2Vec, Glove, FastText, рекуррентные нейронные сети и сети-трансформеры (энкодеры), -[И-2, БУ] базовые

	адаптивные методы дообучения (prefix, adapter)[И-7, ПУ] способы настройки пайплайнов с кастомными компонентами Умеет: -[И-2, ПУ] реализовать рассуждение на основе цепочек (ReAct, Plan&Solve), -[И-3, ПУ] управлять параметрами генерации для контроля результата настройки API при работе с LLM, -[И-2, ПУ] самостоятельно найти подходящую модель для векторизации текстовых данных в открытых источниках и применить её для конкретной задачи[И-3, ПУ] адаптировать и дорабатывать существующие архитектуры (например, fine-tuning BERT, GPT, T5) под конкретные задачи (классификация, генерация, NER); оптимизировать пайплайны обработки данных и обучения (ускорение через ONNX, Quantization, распределенные вычисления); строить CI/CD-процессы для NLP-моделей (тестирование, мониторинг дрейф данных), -[И-1, ПУ] адаптировать и валидировать датасеты под задачи обработки естественного языка[И-5, ПУ] анализировать прирост метрик моделей в задачах обработки естественного языка в зависимости от этапов обучения[И-7, ПУ] оптимизировать векторные базы данных; настраивать механизмы RAG; применять техники ускорения и повышения точности (reranking, rephrasing) Имеет практический опыт: -[И-5, ПУ] настройки system prompts и ввода ограничений, -[И-3, ПУ] разворачивания сервисов в продакшн-среде (Docker, Kubernetes, облачные NLP-API), -[И-4, ПУ] подбора параметров моделей под задачи обработки естественного языка с помощью grid и random search[И-6, ПУ] применения fine-tune к предобученным моделям на новых датасетах[И-7, ПУ] настройки retriever и reader под разные типы запросов
Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая, стажировка) (6 семестр)	Знает: Умеет: -[И-1, ПУ] разрабатывать алгоритмы сегментации изображений, применять алгоритмы детекции изображений Имеет практический опыт: -[И-1, ПУ] выбора конкретных алгоритмов и их параметров в зависимости от задачи и данных, -[И-5, ПУ] оценки эффективности дообучения модели, -[И-1, ПУ] создания сложных пайплайнов, работы с видео, извлечения кадров, обработки временных рядов, -[И-2, ПУ] подбора подходящей модели для векторизации текстовых данных в открытых источниках и ее применения для практической задачи

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 70,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	32	32
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	37,5	37,5
Изучение научных статей	8	8
подготовка к дифференцированному зачету	7,5	7,5
подготовка к лабораторным работам №1-№7	11	11
оформление отчетов к лабораторным работам №1-№7	11	11
Консультации и промежуточная аттестация	6,5	6,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в генеративные модели	8	4	0	4
2	Генеративно-сопоставительные сети (Generative Adversarial Networks (GAN))	14	8	0	6
3	Вариационные автокодировщики (VAE)	12	8	0	4
4	Диффузионные модели (Diffusion-модели)	12	6	0	6
5	Оценка качества генерации	8	4	0	4
6	Генеративные модели для синтеза данных	10	2	0	8

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия: генеративные vs. дискриминативные модели.	2
2	1	Обзор архитектур: GAN, VAE, Diffusion, Autoregressive модели (GPT)	2
3	2	Принцип работы: генератор vs. дискриминатор.	2
4-5	2	Архитектуры: DCGAN, StyleGAN, CycleGAN	4
6	2	Проблемы обучения и методы их решения	2
7	3	Энкодер-декодер структура	2
8	3	Теория: variational inference, ELBO	2
9-10	3	Приложения: генерация изображений, дообучение. Мастер-класс от "якорного" индустриального партнера ПАО Сбербанк	4
11	4	Принцип диффузионных процессов	2
12	4	Стабильная диффузия (Stable Diffusion), DDPM	2

13	4	Практическое применение Diffusion-модели	2
14	5	Метрики: FID, Inception Score, Precision/Recall	2
15	5	Интерпретация результатов.	2
16	6	Мастер-класс от индустриального партнера ООО ТРИДИВИ: Генерация синтетических данных	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1-2	1	Реализация простого GAN на PyTorch для генерации изображений	4
3-5	2	Модернизация базового GAN для повышения стабильности обучения	6
6-7	3	Сжатие и восстановление данных с помощью VAE. Кейс от индустриального партнера ООО «СтендАп Инновации»	4
8-10	4	Diffusion-модели. Кейс от индустриального партнера ООО «СтендАп Инновации»	6
13-14	5	Сравнение метрик качества	4
11-12	6	Применение GAN для аугментации данных	4
15-16	6	Генерация синтетических медиа. Кейс от индустриального партнера ООО ТРИДИВИ	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС	
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на источник
Изучение научных статей	1. Genie: Generative Interactive Environments/Adasci.org. Top AI Research Papers of 2024 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://adasci.org/top-ai-research-papers-of-2024/ 2. Exploring the interaction about generative AI on social media/N Hara, 2025 / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://jcom.sissa.it/article/pubid/JCOM_2401_2025_A02/ 3. Artificial Intelligence in Media and Sport: Industry governance and ethical challenges/World Economic Forum Report, 2024 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://reports.weforum.org/docs/WEF_Artificial_Intelligence_in_Media_Entertainment/
подготовка к дифференцированному зачету	"ЭУМД, 1, гл. 14, 20"; "ЭУМД, 2, гл. 12, 16 ", ЭУМД 3, ЭУМД 4.
подготовка к лабораторным работам №1-№7	"ЭУМД, 1, гл. 14, 20"; "ЭУМД, 2, гл. 12, 16"
оформление отчетов к лабораторным работам №1-№7	"ЭУМД, 2, гл. 1-3 "

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	7	Лабораторная работа	Лабораторная работа 1	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
2	7	Лабораторная работа	Лабораторная работа №2	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает.	дифференцированный зачет

						0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	
3	7	Лабораторная работа	Лабораторная работа 3	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
4	7	Лабораторная работа	Лабораторная работа 4	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
5	7	Лабораторная работа	Лабораторная работа 5	1	3	3 балла: Студент отвечает на все	дифференцированный зачет

						теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	
6	7	Лабораторная работа	Лабораторная работа 6	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	дифференцированный зачет
7	7	Лабораторная работа	Лабораторная работа 7	1	3	3 балла: Студент отвечает на все теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно.	дифференцированный зачет

					2 балла: Студент отвечает с затруднениями на теоретические вопросы по теме лабораторной работы. Программа работает правильно и корректно. 1 балл: Алгоритм составлен верно, но программа не работает. 0 баллов: Алгоритм составлен неверно, программа не работает.	
8	7	Промежуточная аттестация	дифференцированный зачет	-	4 балла получает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные билетом для зачета и свободно отвечающий на дополнительные вопросы 3 балла заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в билете задания, но отвечающий на дополнительные вопросы с затруднениями 2 балла получает студент, допустивший погрешности в ответе на зачете и при выполнении	дифференцированный зачет

					заданий в билете, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя; 1 балл ставится студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных билетом для зачета заданий. 0 баллов ставится студенту, который не смог выполнить ни одно задание в билете.	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Рейтинг обучающегося по дисциплине формируется по результатам текущего контроля. Контрольное мероприятие = дифференцированный зачет проводится в очной форме и не является обязательным, однако студент может прийти на зачет и повысить свой рейтинг. Студенту на зачете выдаётся билет. Даётся 90 минут для подготовки к ответу. Проводится собеседование по выданным вопросам.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-15	Знает: - [И-1, ПУ] способы дообучения модели на domain-specific данных; способы комбинирования нескольких моделей (например, ASR + NLP для постобработки текста)	++				+		++	
ПК-15	Умеет: - [И-1, ПУ] оптимизировать модель для edge-устройств путём квантования и дистилляции [И-2, ПУ] строить ETL-пайплайны для обработки аудио в реальном времени (Kafka, Apache Beam) [И-3, ПУ] анализировать ошибки по контексту; сравнивать модели на custom-бенчмарках; предлагать улучшения на основе ошибок, дообучение на проблемных фразах	++				+		++	
ПК-15	Имеет практический опыт: - [И-2, ПУ] генерации синтетических данных для балансировки датасетов с помощью различных генеративных моделей	++				+		++	

ПК-16	Знает: - [И-4, ПУ] способы настройки гиперпараметров fine-tune [И-5, ПУ] способы определения прироста метрик на разных этапах обучения	++					++
ПК-16	Умеет: - [И-1, ПУ] создавать обучающие наборы данных под разные типы задач [И-3, ПУ] настраивать RLHF пайплайны с использованием человекоориентированных меток; применять distillation для адаптации модели под edge-устройства	++					++
ПК-16	Имеет практический опыт: - [И-2, ПУ] выбора методов дообучения моделей с учетом требований к latency и ресурсам	++					++
ПК-20	Знает: - [И-1, ПУ] способы настройки параметров генерации под конкретную задачу [И-3, БУ] существующие генеративные архитектуры (GAN, VAE, Diffusion)	+	+	+	+		+
ПК-20	Умеет: - [И-1, ПУ] реализовывать техники контролируемой генерации (guidance scale, prompt engineering); комбинировать несколько моделей в пайплайн; проводить domain adaptation для специфических данных [И-2, ПУ] настраивать распределенное обучение (DDP, DeepSpeed); оптимизировать память и скорость обучения (gradient checkpointing) [И-3, БУ] экспериментировать с техниками стабилизации обучения	+	+	+	+		+
ПК-20	Имеет практический опыт: - [И-1, ПУ] использования продвинутых методов эффективного обучения (QLoRA, DreamBooth), оптимизации процесса обучения (подбор lr, батчей) [И-2, ПУ] реализации сложных пайплайнов обучения (multi-stage training); использования продвинутых техник дообучения (LoRA, DreamBooth) [И-3, БУ] адаптации существующих генеративных архитектур (GAN, VAE, Diffusion) под специфические задачи	+		+			+
ПК-23	Знает: - [И-1, БУ] архитектуры генеративных моделей (GAN, VAE, Diffusion Models, Autoregressive Models и др.), принципы обучения генеративных моделей (функции потерь, adversarial training, стабилизация обучения)					++	++
ПК-23	Умеет: - [И-1, БУ] разрабатывать, обучать и настраивать генеративные модели (PyTorch, TensorFlow, JAX); работать с фреймворками (Hugging Face Diffusers, KerasCV, GANlib); обрабатывать данные (нормализация, аугментация, работа с датасетами); модифицировать и улучшать существующие архитектуры; оценивать качество генерации (FID, Inception Score, Precision/Recall для GAN)					++	++
ПК-23	Имеет практический опыт: - [И-1, БУ] генерации изображений, текста, музыки, 3D-моделей; использования в дополненной реальности (AR), дизайне, медиа					++	++

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Аналитическая справка по ГАН

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Аналитическая справка по ГАН

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль ; перевод с английского А. А. Слинкина. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 652 с. — ISBN 978-5-97060-618-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/107901 (дата обращения: 22.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Баланов, А. Н. Искусственный интеллект. Понимание, применение и перспективы : учебник для вузов / А. Н. Баланов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 312 с. — ISBN 978-5-507-52357-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/448697 (дата обращения: 27.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Ганегедара, Т. Обработка естественного языка с TensorFlow : руководство / Т. Ганегедара ; перевод с английского В. С. Яценкова. — Москва : ДМК Пресс, 2020. — 382 с. — ISBN 978-5-97060-756-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/140584 (дата обращения: 27.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Журналы	eLIBRARY.RU	BUILDING ROBUST MALWARE DETECTION THROUGH CONDITIONAL GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORK-BASED DATA AUGMENTATION Baghirov E. Program Systems: Theory and Applications. 2024. Т. 15. № 4 (63). С. 97-110. https://elibrary.ru/item.asp?id=79698253
5	Журналы	eLIBRARY.RU	ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ И ГЕНЕРАТИВНЫЕ СЕТИ. \ Козырев А.Н. Цифровая экономика. 2023. № S5 (26). С. 5-11. https://elibrary.ru/contents.asp?id=56953342

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Python Software Foundation-Python (бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника,
-------------	---	--

	ауд.	предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	333 (3б)	Компьютеры, программное обеспечение, проектор
Лекции	336 (3б)	Компьютер, проектор