

Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

Документ подписан
простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Лустенков Михаил Евгеньевич
Должность: Ректор
Дата: 09.09.2026

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Белорусско-Российского
университета

М.Е. Лустенков

22.09.2026

Регистрационный № УД-090304/Б.Р.В.11р

КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ
(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 09.03.04 «Программная инженерия»

Направленность (профиль) Разработка программно-информационных систем

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	4
Семестр	7
Лекции, часы	30
Лабораторные работы, часы	44
Экзамен, семестр	7
Контактная работа по учебным занятиям, часы	74
Самостоятельная работа, часы	34
Всего часов / зачетных единиц	108/3

Кафедра-разработчик программы: «Программное обеспечение информационных технологий»

(название кафедры)

Составитель: Кутузов Виктор Владимирович, канд. техн. наук, доцент

Трухачев Федор Михайлович, докт. физ. мат. наук, доцент

(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» утвержденным приказом № 920 от 19.09.2017, учебного плана рег. №090301-2.2 утвержденного 18.02.2026.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Программное обеспечение информационных технологий» 02.03.2026, протокол № 8.

Зав. кафедрой  В. В. Кутузов

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета

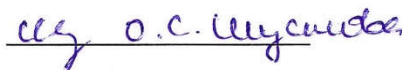
15.04.2026, протокол № 6.

Рецензент:

И. В. Акиншева, заведующая кафедрой программного обеспечения информационных технологий МГУ им. А.А. Кулешова, канд. техн. наук, доцент

Рабочая программа дисциплины согласована

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела

 О.Е. Печковская

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины

Цель дисциплины является ознакомление с базовыми принципами работы искусственного интеллекта и выработке навыков моделирования когнитивных систем.

После прохождения курса студенты будут ориентироваться в подходах к созданию систем искусственного интеллекта: основанных на знании (knowledge-based), семантических сетях; ориентироваться в алгоритмических основах интеллектуальных систем, а также проектировании сложных информационных систем с использованием искусственного интеллекта.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен

-знать

проблемы и тенденции развития концепции управления знаниями в современном информационном обществе;

методы моделирования и проектирования структуры данных и знаний, прикладных и информационных процессов;

принципы построения систем управления знаниями в организации;

состояние законодательной базы в сфере управления информацией и знаниями в Беларуси, России и мире;

роль и задачи управления знаниями на предприятии;

методы, методологии и алгоритмы управления знаниями;

техническое и программное обеспечение для решения задач управления знаниями в организации.

- уметь

проводить обследование организации с целью выявления ее информационных потребностей;

проводить анализ предметной области, выявлять информационные потребности и разрабатывать требования к информационным системам (ИС);

проводить сравнительный анализ и выбор ИКТ для решения прикладных задач и создания ИС;

обосновывать организационно-технические мероприятия по управлению знаниями в организации;

формулировать и решать задачи проектирования информационных систем в сфере управления знаниями с использованием различных методов и решений;

разрабатывать концептуальную модель прикладной области, выбирать инструментальные средства и технологии проектирования ИС;

проводить формализацию и реализацию решения прикладных задач;

выбирать необходимые для организации информационные ресурсы и источники знаний в электронной среде.

- владеть

основными понятиями и определениями предметной области управления знаний;

инструментальными средствами в области управления знаниями;

навыками подготовки обзоров научной литературы и электронных информационно-образовательных ресурсов для профессиональной деятельности

1.3 Место дисциплины в системе подготовки

Дисциплина относится к блоку 1 Дисциплины (модули). Обязательная часть Блока 1. Формируемая участниками образовательных отношений.

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- Информатика;
- Программирование;
- Базы данных.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

- Технологии проектирования программно-информационных систем.

Кроме того, знания, полученные при изучении дисциплины на лабораторных занятиях будут применены при прохождении первой и второй технологической (проектно-технологической) практик, а также при выполнении выпускной квалификационной работы и дальнейшей профессиональной деятельности.

1.4 Требования к освоению дисциплины

Освоение данной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций для направления подготовки 09.03.04 «Программная инженерия»
ПК-5	Способность готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, публиковать результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях
ПК-6	Владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1.	Введение в когнитивные технологии и их роль в ИИ	1. Введение в когнитивные технологии и их роль в программной инженерии 2. Определение когнитивных вычислений: имитация процессов learning, reasoning и adaptation в противовес статистическому выводу. Переход от «черного ящика» к интерпретируемым системам. 3. Что такое когнитивные технологии и чем они отличаются от традиционного ИИ (усиление vs автоматизация)? Как они имитируют человеческие процессы? 4. Архитектура высокого уровня: Сенсоры → Восприятие → Рассуждение → Действие. 5. Три вектора развития: репликация человеческого мозга, усиление инженера и автономное взаимодействие агентов. 6. Классификация когнитивных архитектур: символные (SOAR), коннекционистские (Deep	ПК-5 ПК-6

		Learning) и нейросимволические (гибридные). - Почему LLM (Large Language Models) не являются полноценной когнитивной архитектурой? (Проблема «Китайской комнаты» Сёрла и отсутствие персистентной памяти). - Эволюция от rule-based систем к adaptive cognitive systems. - Роль когнитивных технологий в современной software engineering (переход от программирования логики к программированию намерений). - Сравнение инвестиций и технологических стеков США, Китая (Baidu, Alibaba) и России (Сбер, Яндекс). - Основные application domains для разработчиков программного обеспечения. - Обзор современных фреймворков: от Hugging Face до LangChain и LlamaIndex. - Аппаратное обеспечение: CPU, GPU, TPU, NPU. - Обзор современных когнитивных чипов (Neuromorphic chips: Loihi 2, Tianjic). - Оценка стоимости вычислений и выбор между Cloud API и On-Premise моделями. - Понятие «цифрового двойника» когнитивной функции. - Ограничения текущих моделей (галлюцинации, контекстное окно, задержки). - Метрики оценки когнитивных систем (accuracy, adaptability, user trust). - Связь с SDLC (Software Development Life Cycle): как ИИ меняет процесс разработки. - Этические и регуляторные вызовы: EU AI Act, ГОСТ Р 59921 (РФ), закон о рекомендательных алгоритмах (КНР)	
2.	Представление знаний и семантические технологии	- Представление знаний и семантические технологии (Онтологии, графы знаний, векторные представления. Стек: Neo4j, Apache Jena, RDF, OWL.) - Символьный подход к представлению знаний: логика предикатов первого порядка. - Векторное пространство знаний: Word2Vec, трансформеры, эмбединги. - Контраст между эксплицитным (символьным) и имплицитным (векторным) представлением знаний в когнитивных системах. - Гибридные хранилища: совмещение Graph DB и Vector DB. - Построение онтологии предметной области с помощью Protégé (практическая структура в коде). - Языки запросов SPARQL и Cypher: сравнительный анализ производительности. - Извлечение именованных сущностей (NER) и построение графа знаний из сырых текстов. - Рассуждение на графах: логический вывод (Reasoning) и преодоление разрывов. - Понятие «Когнитивной карты» предприятия. - Семантическая паутина и Linked Data как основа промышленных ИИ-платформ. - Инженерия знаний: интервью с экспертом, извлечение неявных знаний. - Проблема деградации точности на больших онтологиях. - Хранение темпоральных знаний (временные графы). - Архитектура GraphRAG: объединение графов знаний	ПК-5 ПК-6

		и генеративного ИИ. 16. Модельно-управляемая архитектура (MDA) для кодогенерации на основе онтологий. 17. Кейс: AliMe (китайский ассистент Alibaba) и его база знаний. 18. Генерация кода на Python для заполнения графа из CSV-файла.	
3.	Машинное обучение и паттерны восприятия	1. Машинное обучение и паттерны восприятия (Когнитивное восприятие – не просто классификация, а интерпретация контекста. Vision Transformers (ViT), CLIP.) 2. От перцептрона до Transformer: эволюция архитектур восприятия. 3. Механизм внимания (Attention) как модель когнитивного фокуса человека. 4. Мультимодальное обучение (Multimodal Learning): слияние текст + изображение + звук. 5. Фундаментальные модели (Foundation Models) и их роль в когнитивных системах. 6. Few-shot и Zero-shot обучение: когнитивная способность к аналогии. 7. Контрастное обучение (Contrastive Learning) как самоконтролируемое познание. 8. Детекция аномалий в потоковых данных как когнитивный сигнал «удивления». 9. Обучение с подкреплением с обратной связью от человека (RLHF) на практике. 10. Соревновательные сети (GANs) для синтеза обучающих данных для редких событий. 11. Борьба с забыванием в нейросетях (Catastrophic Forgetting), EWC и методы репетиций. 12. Практические аспекты дообучения (Fine-tuning) больших моделей (LoRA, QLoRA). 13. Нейросимволический ИИ: гибридизация нейросетей и жесткой логики. 14. Программные фреймворки: PyTorch vs JAX для когнитивных экспериментов. 15. Китайский опыт: многомодальная модель Wu Dao. 16. Оценка неопределенности модели: байесовские методы в глубоком обучении.	ПК-5 ПК-6
4.	Инфраструктура и фреймворки для интеграции машинного обучения	1. Инфраструктура и фреймворки для интеграции машинного обучения 2. Роль Python как стандарта de facto в когнитивной инженерии. 3. Обзор фреймворков глубокого обучения (PyTorch, TensorFlow, JAX и других). 4. Инструменты для инференса моделей (ONNX, TensorRT, OpenVINO). 5. Использование Hugging Face Transformers в программном коде. 6. Контейнеризация когнитивных приложений (Docker для ИИ). 7. Управление зависимостями в ИИ-проектах (Poetry, Conda). 8. Архитектура микросервисов для деплоя ИИ-моделей (FastAPI + Uvicorn). 9. Синхронное и асинхронное взаимодействие с ИИ-моделями. 10. Брокеры сообщений (Kafka, RabbitMQ) в высоконагруженных когнитивных системах. 11. Кэширование ответов моделей (Redis) для снижения задержек. 12. Балансировка нагрузки при работе с тяжелыми нейросетями.	ПК-5 ПК-6

		13. Форматы сериализации данных для ИИ (JSON, Protobuf, Parquet). 14. Интеграция готовых SaaS-решений (OpenAI API, Yandex Cloud ML, Baidu AI Cloud). 15. Метрики производительности ИИ-сервисов (Latency, Throughput, TTFT). 16. Разбор модели создания и упаковки в Docker микросервиса с простой ML-моделью.	
5.	Обработка естественного языка (NLP) и Большие языковые модели (LLM)	1. Обработка естественного языка как инструмент мышления 2. Пайплайн NLP: от токенизации к прагматическому анализу. 3. Эволюция LLM 4. Предобработка текста и токенизация (BPE, SentencePiece). 5. Векторное представление слов и предложений (Word2Vec, FastText). 6. Архитектура Transformer: почему она изменила индустрию? 7. Модели кодировщиков (BERT, RoBERTa) для задач понимания текста (NLU). 8. Мультиязычность в NLP: специфика английского, китайского и русского языков. 9. Интеграция задач NER (распознавание именованных сущностей) в бизнес-логику. 10. Определение тональности текста (Sentiment Analysis) для систем аналитики. 11. Промпт-инжиниринг (Prompt Engineering) как программирование внимания модели. 12. Техники промптинга: Zero-shot, Few-shot, Chain-of-Thought (CoT). 13. Управление параметрами генерации (Temperature, Top-P, Max tokens). 14. Системные промпты и управление персоной ИИ. 15. Техники Chain-of-Thought (CoT) и Tree-of-Thoughts для решения сложных задач. 16. RAG-архитектуры: инжиниринг контекстных хранилищ (Vector Stores, FAISS, Chroma). 17. Фреймворк LangChain: цепочки, агенты, интеграция с API (практический код). 18. Семантическая маршрутизация запросов. 19. Извлечение структурированной информации из неструктурированных отчетов. 20. Оценка качества текстовых моделей: BLEU, ROUGE и когнитивный юзабилити-тест. 21. Решение проблемы галлюцинаций: самокритика и верификация источников. 22. Агентное применение NLP: как модель вызывает внешние сервисы. 23. Китайские языковые модели (Ernie Bot, ChatGLM) и особенности работы с иероглифами и тонами. Работа с мультиязычными датасетами без потери смысла.	ПК-5 ПК-6
6.	Retrieval-Augmented Generation (RAG): Архитектура и разработка	1. Retrieval-Augmented Generation (RAG): Архитектура и разработка 2. Проблема галлюцинаций LLM и концепция RAG (генерация с дополненной выборкой). 3. Архитектура RAG-приложения: от документа до ответа. 4. Стратегии чанкинга (разделения текста) для эффективного поиска. 5. Векторные базы данных (Milvus, Qdrant, Chroma, PGVector). 6. Интеграция векторных БД с бекендом на	ПК-5 ПК-6

		Python/Java/Go. - Гибридный поиск: комбинация векторного поиска и BM25 (Full-text). - Продвинутые техники RAG: Multi-Query, Parent Document Retriever. - Переранжирование (Re-ranking) результатов поиска (Cohere, BGE-Reranker). - Работа с различными форматами данных (PDF, DOCX, HTML) в пайплайнах RAG. - Поддержание актуальности векторной базы данных (CRUD операции над векторами). - Кэширование запросов в RAG (Semantic Cache). - Оценка качества RAG-систем (фреймворк Ragas, метрики контекстной релевантности). - Управление контекстным окном LLM при больших объемах найденных данных. - Персонализация RAG-систем с учетом прав доступа пользователя (RBAC).	
7.	Архитектура когнитивных агентов и BDI-модели	- Архитектура когнитивных агентов и BDI-модели (Belief-Desire-Intention, переход от чат-ботов к автономным агентам (BabyAGI, AutoGPT и другим)) - Архитектура BDI: убеждения (Beliefs), желания (Desires), намерения (Intentions). - Цикл исполнения агента: Восприятие-Осмысление-Планирование-Действие. - Реактивные vs Делиберативные агенты: когда нужна скорость, а когда — точность. - Структура агента на основе правил (Rule-based) против агента, управляемого целями. - Реализация ECA (Event-Condition-Action) паттернов в гибридных агентах. - Проектирование поведения в среде SPADE (Smart Python Agent Development Environment). - Взаимодействие с внешним миром через инструменты (Tools & Function Calling в LLM). - Моделирование рабочей памяти (Working Memory) в программном агенте. - Эмоционально-ориентированный ИИ (Affective Computing): модель эмоций в коде агента. - Принципы построения социального интеллекта агента. - Управление ресурсами и прерываниями в многозадачном агенте. - Российская платформа: фреймворк REBECA и концепция «виртуальных личностей». - Китайский подход: AgentBench и стандартизация оценки агентов. - Разработка прототипа «умного» ассистента разработчика ПО для управления задачами в Jira. - Реализация ECA (Event-Condition-Action) правил на Java/Python.	ПК-5 ПК-6
8.	Инструменты и разработка прикладных ИИ-агентов	- Инструменты агентных ИИ-систем - Реализация паттерна ReAct (Reasoning and Acting) с использованием LLM. - Концепция Function Calling / Tool Use на уровне API современных моделей. - Разработка пользовательских инструментов для ИИ: вызов REST API, выполнение SQL. - Создание песочниц (Docker/WASM) для безопасного выполнения кода агентами. - Фреймворк LangGraph: построение графов	ПК-5 ПК-6

		состояний агента. 8. Человек-в-цикле (Human-in-the-Loop): асинхронное подтверждение критических действий. 9. Создание агентов для автоматизации Software Engineering (Code generation, Pull Request review). 10. Использование специализированных моделей для работы с инструментами (Gorilla, Qwen-Agent). 11. Обработка ошибок (Error Handling) агентом: стратегии самостоятельного исправления (Self-Correction). 12. Парсинг ответов агента и извлечение структурированных логов выполнения. 13. Безопасность API-ключей, к которым имеет доступ автономный агент. 14. Оптимизация промптов под использование конкретных инструментов. 15. Делегирование прав доступа (OAuth 2.0) от пользователя к ИИ-агенту. 16. Мониторинг затрат (Token Cost tracking) при работе автономных агентов.	
9.	Мультиагентные системы и распределенный интеллект	1. Мультиагентные системы и распределенный интеллект (Swarm Intelligence, Agent-Based Modeling (MASA, crewAI), роевой интеллект.) 2. Принципы децентрализации в программной инженерии. 3. Платформы для мультиагентного моделирования: JADE, MASON, NetLogo vs Swarm. 4. Коммуникационные протоколы: FIPA ACL, KQML, современные REST/WebSocket брокеры. 5. Ролевые модели и контракты в агентных системах. 6. Механизмы переговоров и аукционов (Contract Net Protocol): распределение задач. 7. Возникновение роевого поведения из простых правил (Boids алгоритм). 8. Предотвращение конфликтов и дедлоков при параллельном выполнении. 9. Координация беспилотных аппаратов (дронов/ПО) агентным роем. 10. Самоорганизация и репликация виртуальных акторов (Akka/.NET Orleans). 11. Понятие «Emergent Intelligence»: когда сумма частей умнее целого. 12. Российский опыт: агентные модели в управлении городской инфраструктурой. 13. Китайский стартап-бум: Multi-agent фреймворки для социальных симуляций (Project Sid). 14. Пример: моделирование транспортного потока умного города. 15. CI/CD для роя агентов: как обновлять поведение без остановки системы. 16. Безопасность и «бунт машин»: ограничивающие протоколы в распределенных системах.	ПК-5 ПК-6
10.	Компьютерное зрение (Computer Vision): прикладная интеграция	1. Компьютерное зрение (Computer Vision): прикладная интеграция 2. Задачи CV: классификация, детекция объектов, сегментация, OCR. 3. Задачи когнитивного Computer Vision: не просто детекция, а интерпретация контекста, пространственных и временных отношений 4. Интеграция открытых моделей CV (YOLOv8-10, Detectron2). 5. Пайплайн обработки изображений: OpenCV и Pillow.	ПК-5 ПК-6

		6. Оптимические системы распознавания символов (Tesseract, PaddleOCR). 7. Генеративное компьютерное зрение: архитектура Stable Diffusion / Flux. 8. Управляемая генерация: интеграция ControlNet и программная работа с ComfyUI API. 9. Извлечение данных из чеков и паспортов (Document AI). 10. Архитектура потоковой обработки видео (GStreamer, FFmpeg + AI). 11. Мультимодальные модели распознавания (CLIP) и поиск по изображениям. 12. Обработка видеопотока в реальном времени: проблемы задержек и dropped frames. 13. Развертывание CV-моделей на GPU и использование NVIDIA DeepStream. 14. Создание API для загрузки и обработки тяжелых изображений. 15. Защита персональных данных в CV (анонимизация лиц, блюр номеров). 16. Синтетические данные для обучения CV-моделей. 17. Калибровка камер и предварительная настройка в CV-системах. 18. Архитектуры Edge AI для компьютерного зрения. 19. Выявление дипфейков и сгенерированного контента (Watermarking).	
11.	Речевые технологии (Speech AI): ASR и TTS	1. Речевые технологии (Speech AI): ASR и TTS 2. Задачи обработки речи: ASR (распознавание), TTS (синтез), VAD (детекция голоса). 3. Современные ASR-модели: Whisper (OpenAI), Seamless (Meta), SaluteSpeech (Сбер). 4. Интеграция VAD (Silero VAD) для отсека тишины в аудиопотоке. 5. Синтез речи нового поколения (Bark, ElevenLabs API, Yandex SpeechKit). 6. Клонирование голоса (Voice Cloning): принципы и API. 7. Разработка стримингового распознавания речи (WebSockets). 8. Обработка аудио форматов в коде (PyDub, Librosa). 9. Мультиязычность и проблемы переключения кода (Code-switching) в речи. 10. Архитектура голосового бота (ASR -> LLM -> TTS) с минимальной задержкой. 11. Диаризация (разделение спикеров) в записях совещаний (Pyannote.audio). 12. Интеграция телефонии (SIP, Asterisk) с когнитивными сервисами. 13. Шумоподавление и улучшение качества аудио с помощью нейросетей. 14. Специфика развертывания речевых моделей на мобильных устройствах. 15. Оценка качества ASR (WER - Word Error Rate) и TTS (MOS - Mean Opinion Score).	ПК-5 ПК-6
12.	Когнитивная робототехника (Embodied AI) и управление действиями	1. Когнитивная робототехника и управление действиями (От LLM к действиям в физическом мире (Embodied AI). RT-2, PaLM-E, ROS.) 2. Петля обратной связи в мире физических сенсоров. 3. Операционная система роботов (ROS 2) как стандарт когнитивной робототехники. 4. Симуляционные среды: Gazebo, Isaac Sim — цифровой двойник робота.	ПК-5 ПК-6

		5. Концепция Воплощенного ИИ (Embodied Cognition): влияние физического тела на мышление. 6. Имитационное обучение (Imitation Learning) против обучения с подкреплением. 7. Планирование движения (Motion Planning) и манипуляции с учетом неопределенности. 8. Сенсорный фьюжн: лидар, камера, тактильные датчики в единой модели мира. 9. Понятие аффорданса (Affordance) в коде: как объект «предлагает» взаимодействие. 10. Захват незнакомых объектов: Zero-Shot Grasping (синтез кода для роборуки). 11. Картографирование и локализация (SLAM) как когнитивная задача памяти. 12. Интеграция больших языковых моделей в контур управления роботом. 13. Российская робототехника: когнитивные ассистенты в медицине и космосе. 14. Китайский проект Xiaomi CyberOne: программная архитектура гуманоида. 15. Технический долг в робототехническом ПО: методы рефакторинга. 16. Лабораторная концепция: программирование навигации TurtleBot с имитацией «любопытства».	
13.	MLOps и LLMOps: индустриализация когнитивных систем	1. MLOps и LLMOps: индустриализация когнитивных систем 2. Жизненный цикл MLOps: CI/CD/CT (Continuous Training). 3. Эволюция в LLMOps: специфика работы с генеративными моделями. 4. Практика дообучения (Fine-Tuning): Parameter-Efficient методы (LoRA, QLoRA). 5. Подготовка и очистка датасета (JSONL) для SFT (Supervised Fine-Tuning). 6. Версионирование данных и моделей (DVC, MLflow). 7. Инфраструктура сервисов (Model Serving): Triton Inference Server, Ray Serve. 8. Мониторинг когнитивных сервисов (Prometheus, Grafana). 9. Data Drift и Concept Drift: обнаружение деградации модели в проде. 10. Трассировка вызовов (Tracing) сложных LLM-цепочек (LangSmith, Phoenix). 11. A/B тестирование различных версий ИИ-моделей (Shadow deployment, Canary release). 12. Автоматизация оценки моделей (Auto-evals, CI пайплайны для ИИ). 13. Управление секретами и ключами API в инфраструктуре ИИ-проектов. 14. Оркестрация ИИ-пайплайнов (Apache Airflow, Kubeflow). 15. Развертывание ИИ в Kubernetes: специфика работы с GPU-нодами. 16. Масштабирование инференса (Scale-to-zero) с помощью Serverless GPU (RunPod). 17. Каталоги моделей (Model Registry) в корпоративной среде.	ПК-5 ПК-6
14.	Edge AI: Когнитивные вычисления на конечных устройствах	1. Edge AI: Когнитивные вычисления на конечных устройствах 2. Концепция Edge AI: зачем переносить вычисления на клиент? 3. Архитектуры для Edge (TinyML, Mobile AI, ИИ в	ПК-5 ПК-6

		браузере). 4. Интеграция ИИ в веб с помощью WebNN и ONNX Runtime Web. 5. Запуск LLM в браузере (WebGPU, WebLLM). 6. Фреймворки для мобильных устройств (CoreML для iOS, TFLite/ExecuTorch для Android). 7. Квантование и прунинг (Pruning) для снижения размера моделей. 8. Дистилляция знаний (Knowledge Distillation) от больших моделей к малым. 9. Проблемы тепловыделения и энергопотребления (Battery drain) при Edge AI. 10. Интеграция AI PC (NPU) на уровне операционных систем и драйверов. 11. Федеративное обучение (Federated Learning): обучение без передачи сырых данных. 12. Синхронизация данных между Edge-моделью и облаком. 13. Обновление весов моделей "по воздуху" (OTA - Over the Air). 14. Особенности компьютерного зрения на дронах и IoT-камерах. 15. Локальные голосовые помощники (офлайн ASR/TTS).	
15.	Человеко-машинное взаимодействие нового поколения	1. Человеко-машинное взаимодействие нового поколения (Brain-Computer Interfaces, Neuroadaptive UI, AR-ассистенты). 2. Пользователецентричное проектирование (HCD) в эру когнитивных вычислений. 3. Интерфейсы мозг-компьютер (BCI OpenBCI, Neuralink N1): потоковый API. 4. Нейроадаптивные интерфейсы: программы, подстраивающиеся под внимание пользователя. 5. Голосовые агенты с поддержкой эмоционального синтеза (VITS, GPT-SoVITS). 6. Проактивные интерфейсы: приложение, которое действует до команды. 7. Когнитивные искажения пользователя и проектирование архитектуры противодействия им. 8. Аватары и цифровые люди (Digital Humans) в обслуживании: NVIDIA ACE, MetaHuman. 9. Доверие к автоматизации: как калибровать «уверенность» робота. 10. Жестовый ввод, Eye Tracking и биометрия как источники данных для агента. 11. Разработка AR-ассистентов для ремонта и обслуживания оборудования на производстве. 12. Российские разработки: НейроЧат и ассистивные технологии. 13. Китайский тренд: тотальные AI-компаньоны (XiaoIce) и их архитектура. 14. Оценка юзабилити когнитивного функционала (System Usability Scale extensions).	ПК-5 ПК-6
16.	Когнитивная безопасность, этика и регулирование ИИ	1. Когнитивная безопасность и этика ИИ 2. Уязвимости когнитивных систем: состязательные атаки (Adversarial Attacks). 3. Prompt Injection и Indirect Injection как главный бич 2024-2025 годов. 4. Методы ред-тиминга (Red Teaming) автоматизированных ассистентов. 5. Атаки на данные обучения (Data Poisoning) и способы верификации датасетов. 6. Проблема Alignment (Выравнивание целей ИИ с	ПК-5 ПК-6

		человеческими). 7. Дифференциальная приватность (Differential Privacy) в когнитивных вычислениях. 8. Стандарты ГОСТ Р 59921, ГОСТ Р 71476 в области Искусственного Интеллекта (РФ). 9. Китайский закон о регулировании алгоритмов рекомендаций: требования к коду. 10. Конфиденциальность вычислений: Federated Learning. 11. Обнаружение предвзятости (Bias Detection) в когнитивных пайплайнах (Fairlearn). 12. Когнитивная война и борьба с дипфейками. 13. Необратимость решений: создание «Стоп-крана» в ПО. 14. Юридическая ответственность автономного агента: оформление логов для юристов. 15. Управление согласием пользователя в UX когнитивного сервиса.	
--	--	--	--

2.2 Учебно-методическая карта дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятельная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
Модуль 1							
1	Тема 1. Введение в когнитивные технологии и их роль в ИИ	2	Л.р. № 1. Онтологическое моделирование и семантическая база знаний	2		ЗЛР	3
2	Тема 2. Представление знаний и семантические технологии	2	Л.р. № 1. Онтологическое моделирование и семантическая база знаний	4		ЗЛР	3
3	Тема 3. Машинное обучение и паттерны восприятия	2	Л.р. № 2. Нейросетевые модели и оценка их качества	2		ЗЛР	3
4	Тема 4. Инфраструктура и фреймворки для интеграции машинного обучения	2	Л.р. № 2. Нейросетевые модели и оценка их качества	4		ЗЛР	3
5	Тема 5. Обработка естественного языка (NLP) и Большие языковые модели (LLM)	2	Л.р. № 3. Разработка и интеграция LLM систем	2		ЗЛР	3
6	Тема 6. Retrieval-Augmented Generation (RAG): Архитектура и разработка	2	Л.р. № 3. Разработка и интеграция LLM систем	4		ЗЛР	3
7	Тема 7. Архитектура когнитивных агентов и BDI-модели	2	Л.р. № 4. Разработка RAG-архитектуры с векторным поиском	2		ЗЛР	3
8	Тема 8. Инструменты и разработка прикладных ИИ-агентов	2	Л.р. № 4. Разработка RAG-архитектуры с векторным поиском	4		ТЗ ЗЛР ТКУ	6 3 30
Модуль 2							
9	Тема 9. Мультиагентные системы и распределенный интеллект	2	Л.р. № 5. Проектирование когнитивного агента	2		ЗЛР	3
10	Тема 10. Компьютерное зрение (Computer Vision): прикладная интеграция	2	Л.р. № 5. Проектирование когнитивного агента	4		ЗЛР	3
11	Тема 11. Речевые технологии (Speech AI): ASR и TTS	2	Л.р. № 6. Мультиагентная система и распределённое принятие решений	2		ЗЛР	3

12	Тема 12. Когнитивная робототехника (Embodied AI) и управление действиями	2	Л.р. № 6. Мультиагентная система и распределённое принятие решений	4		ЗЛР	3
13	Тема 13. MLOps и LLMOps: индустриализация когнитивных систем	2	Л.р. № 7. Мультимодальная интеграция и оптимизация для Edge AI	2		ЗЛР	3
14	Тема 14. Edge AI: Когнитивные вычисления на конечных устройствах	2	Л.р. № 7. Мультимодальная интеграция и оптимизация для Edge AI	4		ЗЛР	3
15	Тема 15. Человеко-машинное взаимодействие нового поколения Тема 16. Когнитивная безопасность, этика и регулирование ИИ	2	Л.р. № 8. MLOps-пайплайн, мониторинг	2		ТЗ ЗЛР ТКУ	9 3 30
16-18					34	ПА (экзамен)	40
	Итого	30		44	34		100

Принятые обозначения:

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ТЗ – тестовые задания;

ТКУ – текущий контроль успеваемости;

ПА – промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

Оценка	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Баллы	87-100	65-86	51-64	0-50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий		Всего часов
		Лекции	Лабораторные занятия	
1	Мультимедиа	Темы 1–16		30
2	С использованием ЭВМ		Лаб. 1–8	44
	ИТОГО	30	44	74

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Вопросы к экзамену	1
2	Экзаменационные билеты	1
3	Вопросы к лабораторным работам	15
4	Тестовые задания	1

5 КРИТЕРИИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

5.1 Формируемые компетенции и индикаторы их достижения

ПК-5 Способность готовить презентации, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, публиковать результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях
ИПК-5.1. Способен публиковать результаты исследований в виде статей и докладов на научно-технических конференциях
Знает стандарты оформления научно-технической документации и публикации результатов исследований в области искусственного интеллекта.
Умеет структурировать и визуализировать результаты разработки когнитивных систем для подготовки презентаций, отчетов и научных публикаций.
Владеет инструментами подготовки и представления научно-технических материалов с использованием современных средств визуализации и публикационной деятельности.
ПК-6. Владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения
ИПК-6.2. Умеет использовать формальные методы конструирования программного обеспечения
Знает основные формальные методы спецификации, моделирования и верификации программного обеспечения когнитивных систем.
Умеет применять методы формального конструирования и анализа архитектуры программных компонентов с элементами искусственного интеллекта.
Владеет инструментами онтологического моделирования, статического анализа и верификации когнитивных программных решений.

5.2 Критерии оценки лабораторных работ

Студент обязан самостоятельно в полном объеме выполнить лабораторные работы согласно рабочей программе.

Задание на работы выдает ведущий занятия преподаватель.

По результатам выполнения работ студент обязан оформить отчет по лабораторной работе в соответствии с действующими в Университете требованиями по оформлению отчета.

Отсутствие отчета является причиной недопуска к сдаче лабораторной работы.

Защита отчета проводится устно, путем ответов на контрольные вопросы к работе и демонстрации навыков, полученных при выполнении работы. Вопросы к лабораторным работам и критерии их оценки представлены в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

При защите лабораторной работы студент имеет право пользоваться самостоятельно подготовленным отчетом.

Каждая выполненная и защищенная лабораторная работа оцениваются в 3 балла. При этом 1 балла начисляется за выполнение работы и от 1 до 2 баллов за оформление отчета и защиту работы в зависимости от качества оформления и уровня знаний студента по тематике работы.

При отсутствии ответов на заданные преподавателем вопросы отчет не засчитывается, и баллы не выставляются.

5.3 Критерии оценки тестовых заданий

Выполнение тестовых заданий оценивается в диапазоне от 6 до 9 баллов в зависимости от уровня знаний студентов по тематике тестовых заданий. Если по окончании модуля тестовые задания не выполнены, то баллы по не начисляются, и она попадает в разряд задолженности

5.4 Критерии оценки экзамена

Для оценки экзамена используются следующие оценочные средства:

- Вопросы к экзамену
- Экзаменационные билеты

Экзаменационный билет включает три теоретических вопроса. Содержание вопросов, выносимых на экзамен, соответствуют тематикам, рассмотренным на лекциях и тематикам лабораторных работ, выполненных в течение семестра.

К сдаче экзамена допускаются студенты, получив за семестр в сумме не менее 36 баллов. На экзамене студент может набрать от 0 до 40 баллов. Студенты сдают экзамен в устной форме. Количество баллов, набранных студентом, рассчитывается как сумма баллов, полученных за ответы на три вопроса экзаменационного билета. Ответ на первый теоретический вопрос (от 0 до 10 баллов); на второй теоретический вопрос (от 0 до 10 баллов); на третий теоретический вопрос (от 0 до 10 баллов); ответы на дополнительные вопросы в рамках трех теоретических вопросов (от 0 до 10 баллов).

Оценка ответа на теоретический вопрос

10 баллов:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;
- точное использование научной терминологии (в том числе – на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин.

9 баллов:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;
- полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку.

8 баллов:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой;

– умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку.

7 баллов:

– систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;

– использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;

– владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

– усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

– умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку.

6 баллов:

– достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;

– использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;

– владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;

– способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;

– усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

– умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку.

5 баллов:

– достаточные знания в объеме учебной программы;

– использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;

– владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;

– способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;

– усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

– умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку.

4 балла:

– достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;

– усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

– использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;

– владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;

– умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;

– умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку.

3 балла:

– недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта;

– знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

- использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками;
- слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;
- неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины.

2 балла:

- фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта;
- знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины;
- неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых стилистических и логических ошибок.

1 балл:

- Отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа обучающихся (СР) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СР включает следующие виды:

- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- работа со справочной литературой;

Перечень контрольных вопросов и заданий для СР приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СР рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров/ URL ссылка
1	Сосинская, С. С. Представление знаний в информационной системе. Методы искусственного интеллекта и представления знаний : учеб. пособие / С. С. Сосинская. – Старый Оскол : ТНТ, 2019. – 216с.	Доп. УМО АМ в качестве учеб. пособия для студ. вузов	10

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Гриф	Количество экземпляров/ URL ссылка
1	Сычев, В. А. Общая когнитивная теория : монография / В.А. Сычев. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 283 с.	–	https://znanium.com/catalog/product/1819022
2	Исаев, С.В. Интеллектуальные системы : учеб. пособие / С.В. Исаев, О.С. Исаева. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. - 120 с.	–	https://znanium.com/catalog/product/1032129

3	Маркус, Г. Искусственный интеллект: Перезагрузка. Как создать машинный разум, которому действительно можно доверять : практическое руководство / Г. Маркус, Э. Дэвис. - Москва : Альпина ПРО, 2021. - 300 с.	–	https://znanium.com/catalog/product/1905852
4	Берджесс, Э. Искусственный интеллект - для вашего бизнеса : практическое руководство / Э. Берджесс. - Москва : Интеллектуальная Литература, 2021. - 232 с.	–	https://znanium.com/catalog/product/1842395
5	Цзэн, М. Как Alibaba использует искусственный интеллект в бизнесе: Сетевое взаимодействие и анализ данных : практическое руководство / М. Цзэн ; пер. с англ. К. Батыгина. - Москва : Альпина Паблишер, 2022. - 360 с.	–	https://znanium.com/catalog/product/1905832
6	Пятаева, А. В. Интеллектуальные системы и технологии : учеб. пособие / А. В. Пятаева, К. В. Раевич. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. - 144 с.	–	https://znanium.com/catalog/product/1032131

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

<http://moodle.bru.by> – Образовательный портал Белорусско-Российского университета;
<http://e.biblio.bru.by/> – Электронная библиотека Белорусско-Российского университета;

<https://znanium.com/> – Электронно-библиотечная система Znanium;

<https://stepik.org/catalog> – Российская образовательная платформа и конструктор бесплатных открытых онлайн-курсов и уроков;

<http://www.radix.net/crnbldu> / The Systemic University of the Net (SUN). Сайт, содержащий учебные материалы по системному мышлению и ссылки на другие сетевые источники.

<http://pesmc1.vub.ac.be> The Principa Cybernetica Project (PCP). Сайт, содержащий огромное количество материалов, посвященных кибернетике и теории систем, синергетике, искусственному интеллекту, развитию системного подхода.

www.knowledgebusiness.com

www.kmmmag.com Knowledge Management Magazine. Журнал освещает всевозможные вопросы информационных технологий и управления знаниями.

www.melcrum.com Knowledge Management Review. Лучший журнал для практика.

www.co-i-l.com/coil/knowledge-garden/cop/index.shtml .Сайт Community Intelligence Labs. Предлагает большой набор ресурсов для сообществ практики в области интеллектуальных технологий.

www.kmci.org Сайт Knowledge Management Consortium International.

www.vistacompass.com/ikm_public/index.htm IBM Institute For Knowledge Management.

www.interclass.com International Corporate Learning Organization.

<http://www/cfin.ru> – Бандурин А.В., Чуб В.А. Стратегический менеджмент организации.

<http://www.iworld.ru> -Мир Интернет.

http://www.olap.ru/basic/olap_and_ida.asp – Л.В. Щавелёв. Оперативная аналитическая обработка данных: концепции и технологии.

<http://www.olap.ru/home/home.asp> – OLAP.ru.

http://knowledgemanagement.report.ru/_5FolderID_220_.html – Портал REPORT.ru.

<http://www.basegroup.ru/> - статьи по вопросам анализа данных и применяемым при этом алгоритмам, примеры эффективного использования методов анализа данных в бизнесе, доступные для скачивания библиотеки компонентов для анализа данных.

<http://forum.basegroup.ru/> - форум, посвященный проблемам прогнозирования и анализа данных при помощи современных технологий.

<http://www.kdnuggets.com/> - Data Mining, Knowledge Discovery, Genomic Mining и Web Mining.

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

Методические рекомендации

Когнитивные технологии в искусственном интеллекте. Методические рекомендации к лабораторным работам для студентов направлений подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» дневной формы обучения / Ф.М. Трухачев, В. В. Кутузов. – Могилев: Белорусско-Российский университет (электронный вариант).

Информационные технологии

Мультимедийные презентации по лекционному курсу.

Тема № 1. Введение в когнитивные технологии и их роль в ИИ

Тема № 2. Представление знаний и семантические технологии

Тема № 3. Машинное обучение и паттерны восприятия

Тема № 4. Инфраструктура и фреймворки для интеграции машинного обучения

Тема № 5. Обработка естественного языка (NLP) и Большие языковые модели (LLM)

Тема № 6. Retrieval-Augmented Generation (RAG): Архитектура и разработка

Тема № 7. Архитектура когнитивных агентов и BDI-модели

Тема № 8. Инструменты и разработка прикладных ИИ-агентов

Тема № 9. Мультиагентные системы и распределенный интеллект

Тема № 10. Компьютерное зрение (Computer Vision): прикладная интеграция

Тема № 11. Речевые технологии (Speech AI): ASR и TTS

Тема № 12. Когнитивная робототехника (Embodied AI) и управление действиями

Тема № 13. MLOps и LLMOps: индустриализация когнитивных систем

Тема № 14. Edge AI: Когнитивные вычисления на конечных устройствах

Тема № 15. Человеко-машинное взаимодействие нового поколения

Тема № 16. Когнитивная безопасность, этика и регулирование ИИ

Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

Python 3.10+ (свободно распространяемое).

PyCharm Community Edition /

Visual Studio Code (свободно распространяемое).

Jupyter Notebook / JupyterLab (свободно распространяемое).

Git (свободно распространяемое).

Docker Desktop (лицензионное/академическое или свободное для обучения).

Ollama / LM Studio / LocalAI (Open Source / Apache 2.0)

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории а. 517/2, рег. № паспорта лаборатории № ПУЛ - 4 517/2- 25; в паспорте лаборатории а. 518/2, рег. № паспорта лаборатории № ПУЛ - 4 518/2- 25; в паспорте лаборатории а. 502/2, рег. № паспорта лаборатории № ПУЛ - 4 502/2- 25.