ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА» КАЗАХСТАНСКИЙ ФИЛИАЛ

Утверждено
Решением Ученого совета
Казахстанского филиала МГУ
от «30» августа 2024г.
протокол № 1
Директор
Казахстанского филиала МГУ

А.В. Сидорович

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ОБУЧАЮЩИХСЯ И ВЫПУСКНИКОВ

УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ:
МАГИСТРАТУРА

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ:
01.04.02 «ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА»

НАПРАВЛЕННОСТЬ (ПРОФИЛЬ) «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА»

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ:
ОЧНАЯ

Иностранный язык	Перечень компетенций	Результаты обучения
Семестр - 1, 2, 3 Общая аудиторная нагрузка - 102 часа Из них Семинары – 102 часа Самостоятельная работа – 114 часов Форма промежуточной аттестации – зачет (1, 2 семестры) и экзамен (3 семестр)	УК-5: Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия. Формируется полностью.	Знать: нормы академического и профессионального общения на английском языке; терминологию в области прикладной математики, информатики, искусственного интеллекта, анализа данных и информационных технологий; жанровые и языковые особенности научных статей, аннотаций, тезисов, докладов и профессиональной корреспонденции; структуру научной презентации и современные цифровые инструменты академической коммуникации. Уметь: анализировать и переводить аутентичные англоязычные научные и профессиональные тексты по специальности; представлять и аргументировать результаты исследований на английском языке; составлять аннотации, тезисы, научные доклады и презентации; участвовать в профессиональных дискуссиях и международных научных мероприятиях; использовать цифровые платформы и инструменты для поиска научной информации, совместной работы и академического взаимодействия. Владеть: навыками устной и письменной

		академической коммуникации на английском языке; профессионально ориентированного перевода и реферирования научных текстов; подготовки и представления научных докладов и презентаций; аргументированного обсуждения исследовательских результатов; использования современных информационно-коммуникационных технологий для профессионального и научного сотрудничества.
	УК-6: Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия. Формируется частично.	Знать: основные принципы межкультурной коммуникации в академической и профессиональной среде; особенности речевого этикета и нормы взаимодействия в международном научном сообществе; культурные различия в организации научных дискуссий, командной работы и профессионального общения; специфику англоязычной академической культуры и международного научного сотрудничества. Уметь: осуществлять профессиональное общение на английском языке с учётом культурных особенностей участников; выбирать соответствующие коммуникативные стратегии в международной академической среде; аргументированно выражать собственную позицию и учитывать альтернативные точки

		зрения; участвовать в межкультурных научных дискуссиях, совместных исследовательских проектах и работе международных команд. Владеть: навыками межкультурного академического и профессионального взаимодействия; соблюдения норм англоязычного речевого и письменного этикета; конструктивного ведения дискуссий и разрешения коммуникативных разногласий; эффективного сотрудничества в многоязычной и мультикультурной среде с соблюдением принципов профессиональной этики и равноправного партнёрства.
	ОПК-1: Способен формулировать и решать актуальные задачи в области фундаментальной и прикладной математики. Формируется частично.	Знать: англоязычную научную терминологию в области фундаментальной и прикладной математики, математического моделирования, вычислительных методов, анализа данных и искусственного интеллекта; особенности структуры и языка научных публикаций математического профиля; основные способы формулирования исследовательских проблем, гипотез, методов и результатов на английском языке; принципы аргументации и представления математических задач в международной научной коммуникации. Уметь: анализировать англоязычные научные публикации по актуальным

		проблемам фундаментальной и прикладной математики; формулировать на английском языке исследовательские задачи, гипотезы и предполагаемые методы их решения; описывать математические модели, алгоритмы и результаты вычислительных исследований; сопоставлять научные подходы, аргументировать выбор методов и представлять результаты решения профессиональных задач в форме научного доклада, тезисов или презентации. Владеть: навыками профессионального использования англоязычной математической терминологии; анализа, перевода и реферирования научных текстов математического профиля; структурированного представления постановки задачи, методов исследования и полученных результатов; аргументации и обсуждения решений математических и вычислительных задач на английском языке; подготовки научных сообщений по актуальным направлениям фундаментальной и прикладной математики.

Задания для текущего контроля

1 семестр
Недели 1–6. Computational Thinking and Computer Software
Неделя 1. Computational Thinking: Fundamental Concepts

Форма СРМ: подготовка презентации.

Подготовить презентацию на английском языке «Computational Thinking in Modern Computer Science», раскрывающую понятия decomposition, pattern recognition, abstraction и algorithm design. Рассмотреть применение каждого принципа при решении задач программирования или математического моделирования. Использовать не менее 10 профессиональных англоязычных терминов и привести примеры применения приставок при словообразовании. Подготовить устное выступление продолжительностью 5–7 минут с использованием времён Present Simple, Present Perfect и Past Simple.

Неделя 2. Computational Thinking as the New Literacy of the 21st Century

Форма СРМ: устный опрос, подготовка аргументированного сообщения.

Изучить англоязычный материал о роли вычислительного мышления в современной цифровой экономике и профессиональной деятельности. Подготовить устное сообщение «Why Computational Thinking Matters in the AI Era», сопоставив значение вычислительного мышления для программиста, математика и специалиста по анализу данных. Сформулировать пять аргументов на английском языке и подкрепить их практическими примерами. Обратить внимание на употребление времён Present и Past, а также средств связи и отсылки внутри текста.

Неделя 3. Computational Thinking in Science and Engineering

Форма СРМ: чтение и письменный перевод.

Выбрать англоязычную научно-популярную или научную статью объёмом 800–1000 слов о применении вычислительных методов в физике, инженерии, биоинформатике или математике. Выполнить письменный перевод фрагмента объёмом 300–350 слов с сохранением специальной терминологии. Составить двуязычный глоссарий из 15 терминов и кратко изложить на английском языке основную проблему, методы и перспективы исследования. При описании будущих направлений развития использовать конструкции Future Simple, be going to и Future Continuous.

Неделя 4. Cyber-Enabled Discovery and Innovation (CDI)

Форма СРМ: эссе и презентация.

Написать эссе на английском языке объёмом 300–350 слов на тему «How AI and High-Performance Computing Will Transform Scientific Discovery». Рассмотреть возможности вычислительных технологий для автоматизации научных экспериментов, анализа больших данных и проверки исследовательских гипотез. Представить не менее двух перспективных направлений и одного ограничения, связанного с использованием вычислительных систем. Подготовить краткую презентацию основных аргументов, применяя будущие временные формы и академические средства выражения прогноза.

Неделя 5. Social Relationships in the Digital Environment

Форма СРМ: аудирование и письменное резюме.

Прослушать англоязычное интервью, подкаст или дискуссию о влиянии искусственного интеллекта, социальных сетей и цифровых платформ на профессиональные взаимоотношения. Составить письменное резюме объёмом 200–250 слов, выделив основные аргументы участников и примеры изменения коммуникации в IT-командах. Проанализировать культурные особенности дистанционного сотрудничества и взаимодействия специалистов из разных стран. Подготовить пять вопросов для обсуждения, используя грамматические конструкции Present и Past.

Неделя 6. Computer Software

Форма СРМ: письменный опрос, сравнительный анализ.

Выбрать два современных программных инструмента, используемых в математическом моделировании, программировании или анализе данных, например Python и MATLAB либо PyTorch и TensorFlow. Подготовить сравнительный обзор на английском языке объёмом 250–300 слов с описанием назначения, функциональных возможностей, преимуществ и ограничений выбранных инструментов. Составить глоссарий из 15 терминов, связанных с software development, и сформулировать пять вопросов для

письменного опроса. Использовать Present Simple, Present Perfect и Past Simple при описании функциональности и истории развития программных продуктов.

Недели 7–12. Model Predictive Control and Neural Networks

Неделя 7. Model Predictive Control Using Neural Networks

Форма СРМ: пересказ научно-технического текста.

Изучить англоязычный текст объёмом 700–900 слов, посвящённый Model Predictive Control (MPC), Predictive Constrained Control или Multivariable Control. Подготовить письменный пересказ объёмом 200–250 слов, объяснив назначение метода, основные этапы прогнозирования и возможности интеграции нейронных сетей. Выделить 12–15 профессиональных терминов и составить их определения на английском языке. При пересказе использовать правила согласования времён (Sequence of Tenses) и косвенную речь.

Неделя 8. Model-Based Predictive Control and Statistical Process Control

Форма СРМ: научный доклад.

Подготовить доклад на английском языке «Predictive Control Methods in Modern Engineering», рассмотрев Dynamic Matrix Control и Statistical Process Control. Сопоставить два подхода с точки зрения применения в автоматизированных системах, промышленности или управлении вычислительными процессами. Подготовить текст доклада объёмом 350–400 слов и презентацию с одной сравнительной таблицей. Использовать англоязычную терминологию математического моделирования и конструкции согласования времён при изложении результатов исследований.

Неделя 9. Mid-term Test: Listening and Practical Grammar

Форма СРМ: самостоятельное тестирование.

Подобрать англоязычный аудиоматериал продолжительностью 5–8 минут о вычислительном мышлении, программировании или методах прогнозирования. Составить по его содержанию 10 вопросов на понимание основной информации и профессиональной терминологии. Разработать 15 тестовых заданий на употребление времён Present, Past, Future и Sequence of Tenses, используя предложения из профессионального контекста. Подготовить письменные ответы и кратко объяснить выбор грамматических форм.

Неделя 10. Neural Network-Based Control and Training Algorithm Topology

Форма СРМ: письменный опрос.

Изучить англоязычные материалы о структуре искусственных нейронных сетей и алгоритмах их обучения. Подготовить письменное объяснение объёмом 250–300 слов, раскрывающее понятия neural network architecture, hidden layers, weights, activation functions и training algorithms. Составить 10 вопросов и ответов о принципах работы нейронных сетей с использованием модальных глаголов must, should, can, may и might. Привести примеры возможного применения нейросетевых моделей в системах управления.

Неделя 11. Training Algorithms and Experimental Results

Форма СРМ: подготовка к дискуссии.

Подготовить аргументы для англоязычной дискуссии «Can Neural Networks Replace Traditional Mathematical Algorithms?». Рассмотреть преимущества и ограничения нейросетевых методов, включая требования к обучающим данным, вычислительным ресурсам и интерпретируемости результатов. Составить таблицу из пяти аргументов за и пяти аргументов против с использованием профессиональной лексики и модальных конструкций. Подготовить устное выступление продолжительностью 4–5 минут, включив примеры работы алгоритмов обучения и экспериментальной проверки моделей.

Неделя 12. Online Services and Cloud-Based Applications

Форма СРМ: чтение и письменный перевод.

Выбрать англоязычный технический материал об онлайн-сервисах, облачных IDE, API или платформах для разработки программного обеспечения. Выполнить письменный

перевод фрагмента объёмом 300–350 слов и составить глоссарий из 15 терминов. Подготовить на английском языке краткое описание сценария использования выбранного сервиса в научном или программном проекте. Сформулировать прогноз о дальнейшем развитии онлайн-сервисов, используя Future Simple, be going to и be about to.

Недели 13–18. Biologically Inspired Computing and Computer Networks

Неделя 13. Biologically Inspired Computing: Nature as Inspiration
Форма СРМ: устный перевод.

Изучить англоязычный материал о биологически вдохновлённых вычислениях с примерами генетических алгоритмов, муравьиных колоний или искусственных нейронных сетей. Подготовить фрагмент текста объёмом 250–300 слов для последовательного устного перевода на русский язык. Составить терминологический глоссарий из 15 единиц с английскими определениями и русскими эквивалентами. Объяснить на английском языке, какие биологические механизмы используются в выбранном алгоритме, применяя модальные глаголы.

Неделя 14. Biologically Inspired Computing: Nature as Implementation Substrate
Форма СРМ: эссе.

Написать эссе объёмом 300–350 слов «Biological Systems as a Foundation for Future Computing Technologies». Рассмотреть возможности использования биологических структур и процессов в создании новых вычислительных систем, включая DNA computing или neuromorphic computing. Сопоставить потенциальные преимущества и технологические ограничения таких подходов. Использовать академические средства аргументации и глаголы-связки appear, seem, become и remain при формулировании выводов.

Неделя 15. Biologically Inspired Computing: Nature as Computation
Форма СРМ: терминологический словарь и письменное тестирование.

Составить англо-русский глоссарий из 20 терминов, связанных с evolutionary computation, genetic algorithms, swarm intelligence и biological neural networks. Для каждого термина привести определение на английском языке и пример употребления в профессиональном контексте. Подготовить 10 предложений, описывающих работу биологически вдохновлённых алгоритмов, с использованием Passive Voice. Разработать небольшой словарный тест из 10 заданий на соответствие терминов и определений.

Неделя 16. Biologically Inspired Computing: Natural Sciences and Data Management
Форма СРМ: терминологический диктант и письменное описание.

Изучить англоязычную терминологию, связанную с научными вычислениями, хранением экспериментальных данных и системами управления базами данных. Составить глоссарий из 20 терминов и подготовить письменное описание объёмом 250 слов о хранении и обработке данных биологических или физических экспериментов. Включить примеры использования систем баз данных при исследовании сложных природных процессов. Использовать пассивные конструкции, герундий и инфинитив при описании технологических операций.

Неделя 17. Computer Networks and Operating Systems
Форма СРМ: тестирование.

Изучить англоязычный материал об архитектуре компьютерных сетей, сетевых протоколах и взаимодействии операционных систем. Составить тест из 15 вопросов на английском языке, охватывающий понятия TCP/IP, DNS, routing, network security и operating systems. Подготовить краткий письменный комментарий объёмом 200 слов о перспективах развития сетевых технологий. Использовать будущее время и соответствующую профессиональную терминологию.

Неделя 18. Mid-term Test: Listening and Practical Grammar
Форма СРМ: комплексная самостоятельная работа.

Подготовить итоговый терминологический словарь из 30 ключевых понятий, изученных в течение первого семестра, с английскими определениями. Выбрать англоязычный аудиоматериал по тематике вычислительных методов или компьютерных систем и составить его резюме объёмом 150–200 слов. Выполнить самостоятельно разработанный грамматический тест из 20 заданий на времена, модальные глаголы, Passive Voice и согласование времён. Подготовить краткое устное сообщение на английском языке о наиболее перспективной технологии из изученных разделов.

2 семестр

Недели 1–5. Challenges of Artificial Intelligence and Programming Languages

Неделя 1. Artificial Intelligence and Anthropomorphic Bias

Форма СРМ: устное сообщение.

Изучить англоязычные материалы о проблеме антропоморфизации искусственного интеллекта и восприятии интеллектуальных систем человеком. Подготовить устное сообщение «Why Do People Attribute Human Qualities to AI?» продолжительностью 5–7 минут, рассмотрев примеры чат-ботов, больших языковых моделей и роботов. Объяснить различия между имитацией человеческого поведения и реальными техническими возможностями алгоритмов. Использовать Passive Voice для описания разработки, обучения и тестирования систем ИИ.

Неделя 2. Artificial Intelligence: Capability and Motive

Форма СРМ: письменный опрос.

Подготовить аналитический текст на английском языке объёмом 250–300 слов о возможностях и ограничениях современных систем искусственного интеллекта. Рассмотреть различия между способностью модели выполнять задачу, автономностью системы и приписываемыми ей целями. Составить 10 вопросов и ответов по теме, включая примеры применения ИИ в программировании и математических исследованиях. Использовать конструкции verb + two objects при описании передачи данных, инструкций и результатов пользователю.

Неделя 3. Artificial Intelligence: Technical and Philosophical Failure

Форма СРМ: аудирование и аналитическое резюме.

Прослушать англоязычную лекцию или интервью продолжительностью 8–12 минут о технических ошибках, галлюцинациях, ограничениях и надёжности систем искусственного интеллекта. Подготовить письменное резюме объёмом 200–250 слов, разграничив технические сбои и более широкие философские вопросы, связанные с использованием ИИ. Выделить 12 профессиональных терминов и составить их определения на английском языке. Использовать конструкции с герундием и инфинитивом при описании причин ошибок и способов их предотвращения.

Неделя 4. Artificial Intelligence: Dangers and Risks

Форма СРМ: словарный диктант.

Составить тематический англо-русский словарь из 25 терминов, связанных с AI safety, algorithmic bias, data privacy, cybersecurity, hallucinations и automated decision-making. Для каждого термина подготовить краткое определение на английском языке и пример употребления в научно-техническом контексте. Разработать 15 заданий для словарного диктанта, включая перевод терминов, заполнение пропусков и подбор определений. Подготовить краткое заключение на английском языке о наиболее значимых рисках использования ИИ в прикладной математике и информатике.

Неделя 5. Programming and Programming Languages

Форма СРМ: письменный перевод и презентация.

Выбрать два языка программирования, применяемых в математических вычислениях, машинном обучении или разработке программного обеспечения. Найти англоязычную техническую документацию и выполнить перевод фрагмента объёмом 300–350 слов. Подготовить сравнительную презентацию на английском языке о синтаксисе, областях

применения, преимуществах и ограничениях выбранных языков. Использовать косвенную речь и согласование времён при изложении утверждений разработчиков и специалистов.

Недели 6–10. Nanoscience: Facts vs. Fiction

Неделя 6. Nanoscience and Architectures for Silicon Nanoelectronics
Форма СРМ: научный доклад.

Подготовить доклад на английском языке объёмом 350–400 слов о применении нанотехнологий в современной микроэлектронике и вычислительных системах. Рассмотреть принципы миниатюризации электронных компонентов, возможные архитектуры наноэлектроники и перспективы повышения производительности вычислений. Использовать не менее двух англоязычных научно-технических источников и включить 15 профильных терминов. При изложении информации из источников использовать Reported Speech для передачи утверждений исследователей.

Неделя 7. Nanoscience: Evolutionary and Revolutionary Paths
Форма СРМ: подготовка к дискуссии.

Подготовить материалы для дискуссии «Evolutionary vs. Revolutionary Development of Computing Technologies». Сопоставить постепенное совершенствование кремниевых процессоров с альтернативными направлениями развития вычислительной техники, включая квантовые и наномасштабные устройства. Сформулировать по пять аргументов в поддержку каждого подхода, используя англоязычную научную терминологию. Подготовить устное выступление продолжительностью 4–5 минут и включить примеры Reported Speech для передачи позиций исследователей.

Неделя 8. Mid-term Test: Listening and Practical Grammar
Форма СРМ: презентация и самостоятельное тестирование.

Подготовить презентацию на английском языке «Emerging Technologies in AI and Nanocomputing», обобщающую изученные в семестре темы. Включить анализ одной перспективной технологии, её возможностей, ограничений и предполагаемых направлений применения. Составить 15 грамматических заданий на Passive Voice, Reported Speech и verb complementation, используя предложения профессиональной тематики. Подготовить устный комментарий к презентации продолжительностью 5 минут.

Неделя 9. Nanoscience: Risks of Nanotechnology
Форма СРМ: тестирование.

Изучить два англоязычных научно-популярных материала о рисках использования нанотехнологий в электронике, промышленности или научных исследованиях. Подготовить тест из 15 вопросов на английском языке, проверяющий понимание терминологии, основных технологических рисков и способов их оценки. Составить письменное резюме объёмом 200 слов с изложением аргументов авторов. Использовать Reported Speech и конструкции с that-clauses для передачи научных утверждений.

Неделя 10. Nanoscience: Medical Uses of Nanoparticles
Форма СРМ: пересказ научного текста.

Выбрать англоязычную публикацию о применении наночастиц в диагностике, доставке лекарственных средств или медицинской визуализации. Подготовить пересказ объёмом 250–300 слов, выделив постановку научной задачи, применяемый метод и полученные результаты. Объяснить роль математического моделирования, вычислительных методов или анализа данных в исследовании наночастиц. Использовать Reported Speech с модальными глаголами для передачи выводов и предположений авторов.

Недели 11–16. Portable Computers and Green Computing
Неделя 11. Portable Computers and Software Development
Форма СРМ: доклад и письменный перевод.

Выбрать англоязычный материал об архитектуре мобильных вычислительных устройств, энергоэффективных процессорах или разработке программного обеспечения для портативных систем. Выполнить письменный перевод фрагмента объёмом 250–300 слов и составить глоссарий из 15 терминов. Подготовить доклад на английском языке о современных требованиях к производительности, автономности и программной совместимости портативных компьютеров. Использовать Sequence of Tenses при передаче технической информации из изученных источников.

Неделя 12. Green Computing: Algorithm Efficiency

Форма СРМ: письменный аналитический обзор.

Подготовить аналитический обзор на английском языке объёмом 300–350 слов «The Role of Algorithm Efficiency in Green Computing». Рассмотреть взаимосвязь вычислительной сложности алгоритмов, энергопотребления и использования вычислительных ресурсов, сопоставив два алгоритмических подхода к решению одной задачи. Включить примеры использования нотации Big O и терминов time complexity, space complexity, energy efficiency и resource optimization. Обратить внимание на согласование подлежащего и сказуемого при описании алгоритмов, данных и результатов вычислений.

Неделя 13. Green Computing: Virtualization and Terminal Services

Форма СРМ: сравнительный обзор.

Подготовить сравнительный обзор на английском языке объёмом 250–300 слов о виртуальных машинах, контейнеризации и удалённых вычислительных сервисах. Рассмотреть принципы распределения ресурсов, масштабируемости и энергоэффективности виртуализированных систем. Составить сравнительную таблицу с использованием профессиональных составных существительных и именных словосочетаний, например virtual machine, resource allocation и cloud infrastructure. Сформулировать вывод о практической значимости виртуализации для научных вычислений и разработки программного обеспечения.

Неделя 14. Green Computing: Product Longevity, Recycling and Telecommuting

Форма СРМ: эссе.

Написать эссе на английском языке объёмом 300–350 слов «Sustainable IT: How Can Computer Scientists Reduce the Environmental Impact of Technology?». Рассмотреть продление срока службы компьютерного оборудования, переработку электронных компонентов, удалённую работу и сокращение энергозатрат вычислительной инфраструктуры. Предложить три практические меры, применимые в IT-компании или научно-исследовательской лаборатории. Использовать терминологию sustainable computing и обратить внимание на употребление определённого, неопределённого и нулевого артиклей.

Неделя 15. Personal Computing: The Processor

Форма СРМ: презентация.

Подготовить презентацию на английском языке «Modern Processor Architectures for AI and Scientific Computing». Сопоставить особенности CPU, GPU и специализированных AI-ускорителей, объяснив их назначение при решении вычислительных задач. Включить описание не менее трёх характеристик процессоров, например clock speed, core count, memory bandwidth и parallel processing capabilities. Использовать модальные глаголы и конструкции рекомендации при объяснении выбора аппаратной архитектуры для разных вычислительных сценариев.

Неделя 16. Mid-term Test: Listening and Practical Grammar

Форма СРМ: комплексная самостоятельная работа.

Подготовить итоговый англо-русский глоссарий из 30 терминов по темам искусственного интеллекта, нанотехнологий, программирования и энергоэффективных вычислений. Выбрать англоязычное техническое выступление продолжительностью 7–10 минут и написать резюме объёмом 200 слов. Составить и выполнить 20 грамматических заданий по темам Passive Voice, Reported Speech, verb complementation, артикли и

согласование подлежащего со сказуемым. Подготовить краткое аргументированное заключение на английском языке о наиболее значимой вычислительной технологии, рассмотренной во втором семестре.

3 семестр

Недели 1–4. Cloud Computing and Mathematical Modelling

Неделя 1. Cloud Computing: Characteristics

Форма СРМ: устное сообщение.

Подготовить устное сообщение на английском языке «Cloud Computing for Scientific Research and Software Development», раскрывающее основные характеристики облачных вычислений. Рассмотреть понятия scalability, elasticity, resource pooling, on-demand computing и cloud storage с примерами применения в программировании и математических исследованиях. Составить глоссарий из 15 терминов с англоязычными определениями. Подготовить выступление продолжительностью 5–7 минут, обращая внимание на употребление артиклей при описании технических систем.

Неделя 2. Cloud Computing Applications. Micro-Macro Kolmogorov-Fokker-Planck Models for a Hard-Sphere Gas

Форма СРМ: чтение и письменный перевод научного текста.

Выбрать англоязычную публикацию о применении облачных вычислений для решения задач математической физики, моделирования газовой динамики или численного решения уравнений Колмогорова — Фоккера — Планка. Выполнить письменный перевод фрагмента объёмом 300–350 слов, сохраняя математическую терминологию и обозначения. Подготовить аннотацию на английском языке объёмом 150–200 слов с описанием математической задачи и вычислительного подхода. Составить глоссарий из 15 терминов и включить примеры правильного употребления some, any и no.

Неделя 3. Cloud Computing: Deployment Models

Форма СРМ: презентация.

Подготовить презентацию на английском языке «Public, Private and Hybrid Clouds: Which Model Is Better for Scientific Computing?». Сопоставить три модели развёртывания облачной инфраструктуры с точки зрения безопасности данных, производительности, масштабируемости и стоимости вычислений. Рассмотреть сценарий размещения математической модели или приложения машинного обучения в облачной среде. Использовать количественные выражения much, many, little и few при описании вычислительных ресурсов и ограничений.

Неделя 4. Cloud Computing: Advantages and Problems. Stochastic Lattice Gas Model of the SIRS Epidemic Process

Форма СРМ: научный доклад.

Подготовить научный доклад на английском языке объёмом 350–400 слов «Cloud Computing for Stochastic Epidemic Modelling». Рассмотреть возможности использования облачных вычислений при моделировании эпидемических процессов, включая стохастические решёточные модели SIRS. Объяснить постановку задачи, основные переменные модели и потенциальные преимущества параллельных вычислений, а также ограничения облачной инфраструктуры. Представить результаты анализа в виде краткой презентации, используя профессиональную математическую терминологию и корректные местоименные связи.

Недели 5–8. Computer Systems, Cybersecurity and Robotics

Неделя 5. Computers in the Office and Information Systems

Форма СРМ: пересказ текста.

Изучить англоязычный материал о современных информационных системах, автоматизации офисных процессов или применении AI assistants в профессиональной деятельности. Подготовить письменный пересказ объёмом 250–300 слов, выделив

основные функции рассматриваемой системы и её влияние на организацию работы IT-специалистов. Рассмотреть преимущества и ограничения внедрения интеллектуальных инструментов в международных командах. Использовать глаголы-связки be, appear, seem, become и get при описании происходящих изменений.

Неделя 6. Computer Viruses. Stochastic Magnetic Hydrodynamic Hierarchy in a Strong External Magnetic Field

Форма СРМ: эссе.

Написать эссе на английском языке объёмом 300–350 слов «Computational Security and Reliability in Scientific Modelling». Рассмотреть угрозы компьютерных вирусов и вредоносного программного обеспечения для исследовательских вычислений, хранения экспериментальных данных и выполнения сложных математических моделей, включая модели магнитной гидродинамики. Предложить меры обеспечения безопасности и воспроизводимости вычислительных экспериментов. Использовать Passive Voice при описании процедур защиты, резервного копирования, проверки данных и выполнения расчётов.

Неделя 7. Robotics and Intelligent Automated Systems

Форма СРМ: чтение и письменный перевод.

Выбрать англоязычную научно-техническую публикацию о робототехнике, автономной навигации, компьютерном зрении или интеллектуальных системах управления. Выполнить письменный перевод фрагмента объёмом 300–350 слов и составить двуязычный глоссарий из 20 терминов. Подготовить краткое описание на английском языке алгоритмов, датчиков или математических моделей, используемых в рассматриваемой робототехнической системе. Использовать Passive Voice при объяснении принципов её функционирования.

Неделя 8. Mid-term Test: Listening and Practical Grammar

Форма СРМ: презентация и самостоятельное тестирование.

Подготовить презентацию на английском языке «AI, Cloud Computing and Robotics in Modern Applied Mathematics», объединив изученные темы первого блока семестра. Выбрать один практический пример решения профессиональной задачи с использованием вычислительных технологий и описать его постановку, методы и ожидаемые результаты. Составить 20 грамматических заданий на артикли, местоимения, количественные выражения, глаголы-связки и Passive Voice. Подготовить устное выступление продолжительностью 5–7 минут и ответы на пять возможных вопросов аудитории.

Недели 9–12. Social Multimedia Computing

Неделя 9. Social Multimedia Computing and Multimedia Search

Форма СРМ: научный доклад.

Подготовить доклад на английском языке «AI-Powered Multimedia Search and Information Retrieval» объёмом 350–400 слов. Рассмотреть применение машинного обучения, компьютерного зрения и обработки естественного языка для поиска и классификации изображений, аудио- и видеоматериалов. Описать принципы работы одного подхода, например image embeddings, semantic search или multimodal retrieval. Составить глоссарий из 15 терминов и использовать местоименные связи для обеспечения логической последовательности научного изложения.

Неделя 10. Social Multimedia Computing: Interactive Services and Healthcare. Entropic Fokker-Planck Kinetic Model

Форма СРМ: тестирование и аналитическое резюме.

Изучить англоязычный научный материал о применении мультимодальных вычислений в медицине, интерактивных сервисах или обработке медицинских изображений. Подготовить письменное резюме объёмом 200–250 слов, описав роль математических моделей и алгоритмов обработки данных, при необходимости рассмотрев кинетические модели Фоккера — Планка. Составить тест из 15 вопросов на английском языке по профессиональной терминологии и содержанию изученного материала.

Использовать прилагательные и наречия для точного описания эффективности, надёжности и качества вычислительных методов.

Неделя 11. Social Multimedia Computing: Security Applications and Multimedia Social Dynamics

Форма СРМ: письменная контрольная работа.

Подготовить аналитический текст на английском языке объёмом 300–350 слов «Security and Privacy Challenges in Social Multimedia Computing». Рассмотреть использование алгоритмов машинного обучения для обнаружения дипфейков, анализа мультимедийного контента или выявления аномалий в социальных сетях. Сформулировать основную проблему, описать один возможный вычислительный подход и оценить его ограничения. Включить глоссарий из 15 терминов и пять письменных вопросов с развёрнутыми ответами по теме исследования.

Неделя 12. Mid-term Test: Listening and Practical Grammar

Форма СРМ: аудирование и письменный опрос.

Прослушать англоязычное научно-техническое выступление продолжительностью 8–12 минут о мультимодальных моделях, обработке изображений или интеллектуальных информационных системах. Подготовить письменное резюме объёмом 200 слов, выделив постановку исследовательской проблемы, применяемые технологии и основные результаты. Составить 10 вопросов на понимание содержания и 10 лексико-грамматических заданий на материале выступления. Подготовить краткие письменные ответы с использованием профессиональной терминологии и академических речевых конструкций.

Недели 13–17. Personal Computing, Virtual Reality, Machine Translation and Multimedia

Неделя 13. Personal Computing: The Processor. Stochastic Simulation of Chemical Kinetics

Форма СРМ: эссе.

Написать эссе на английском языке объёмом 300–350 слов «The Role of Modern Processors in Stochastic Simulation». Рассмотреть особенности использования CPU и GPU для стохастического моделирования химических реакций, включая вычислительные задачи с применением метода Монте-Карло. Объяснить влияние архитектуры процессора на скорость, параллелизм и эффективность вычислений. Использовать модальные глаголы must, should, can, may и might при описании технических требований и выборе вычислительных ресурсов.

Неделя 14. Virtual Reality and Immersive Technologies

Форма СРМ: научно-технический доклад.

Подготовить доклад на английском языке «Virtual Reality in Scientific Visualization and Mathematical Modelling» объёмом 350–400 слов. Рассмотреть применение технологий виртуальной реальности для визуализации многомерных данных, инженерных симуляций, научных экспериментов или подготовки специалистов. Описать основные технические компоненты VR-системы, включая средства ввода, отслеживание движений, обработку изображений и вычислительное оборудование. Использовать конструкции verb + two objects при описании взаимодействия системы с пользователем и передачи информации.

Неделя 15. Machine Translation and Artificial Intelligence

Форма СРМ: письменный сравнительный анализ.

Выбрать англоязычный научно-технический текст объёмом 300–350 слов по программированию, искусственному интеллекту или математическому моделированию и выполнить его перевод с помощью двух доступных систем машинного перевода. Сопоставить полученные результаты, уделяя внимание передаче математической терминологии, названий алгоритмов, синтаксических конструкций и логических связей. Подготовить аналитический комментарий на английском языке объёмом 250–300 слов с

примерами не менее пяти переводческих ошибок или неоднозначных решений и предложениями по их исправлению. Использовать конструкции с герундием и инфинитивом при описании процедур проверки, редактирования и оценки качества машинного перевода.

Неделя 16. Multimedia in Industry and Scientific Communication

Форма СРМ: презентация с аналитическим комментарием.

Подготовить мультимедийную презентацию на английском языке «Multimedia Technologies in AI, Software Engineering and Scientific Research». Рассмотреть использование интерактивных визуализаций, видеодемонстраций, компьютерной графики и средств представления данных в профессиональной деятельности математиков и IT-специалистов. Включить пример визуального представления математической модели, программного алгоритма или результата вычислительного эксперимента. Подготовить письменный комментарий объёмом 200–250 слов с использованием профессиональной терминологии и конструкций verb + -ing / to-infinitive.

Неделя 17. Mid-term Test: Listening and Practical Grammar

Форма СРМ: комплексная итоговая самостоятельная работа.

- Подготовить итоговый англо-русский глоссарий из 40 терминов, отражающих основные темы третьего семестра: *Cloud Computing, Mathematical Modelling, Robotics, Social Multimedia Computing, Virtual Reality и Machine Translation.*
- Выбрать англоязычное научное выступление продолжительностью 10–12 минут и подготовить его письменное резюме объёмом 200–250 слов с выделением исследовательской проблемы, методов и результатов.
- Подготовить заключительное устное выступление продолжительностью 5–7 минут о возможностях применения английского языка в международных научных проектах, разработке программного обеспечения и исследованиях в области искусственного интеллекта.

6.2 Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

В связи со значительным объемом выполнения различных типов заданий контрольные вопросы для проведения текущего контроля зависят от выполнения данных заданий.

Типичными заданиями для проведения текущего контроля являются:

– Подготовка монолога (индивидуальный пересказ, обобщение информации по тесту) и диалога (работа в парах, мини-группах);

– Работа с текстом (чтение, перевод, пересказ);

– Ответно-вопросная форма работа (по тексту, по теме и т.д.);

– Выполнение лексико-грамматических упражнений в устной и письменной форме;

– Работа с лексикой (выучить слова, использовать в предложениях по тексту, подстановка слов, исправить допущенные ошибки, дополнить текст, составить диаграмму или схему события, использование в собственных предложениях, подбор синонимов-антонимов, коллокаций);

– Работа с фонетикой (устные и письменные диктанты на произношение и правописание);

– Работа на тренировку письма (написать диктант, краткое обобщение, изложение по теме рассказа, сочинение на заданную тему, эссе на профессиональную тему);

– Работа с газетными материалами (анализ публицистического стиля и лексики, обсуждение, перевод);

Работа с грамматикой (все виды упражнений на перевод, трансформацию, использование корректных парадигм, подстановку и т.д.).

Примеры заданий:

Assignment 1. Reading, Vocabulary and Grammar
Topic: Artificial Intelligence in Mathematical Modelling
Task 1. Read the text.

How Artificial Intelligence Is Changing Mathematical Modelling

Mathematical modelling has traditionally relied on equations, statistical methods and computational algorithms to describe real-world phenomena. Scientists develop mathematical models to predict changes in physical systems, analyse economic processes and simulate complex interactions. However, traditional modelling approaches may become computationally expensive when researchers work with large datasets or highly nonlinear systems.

Artificial intelligence, particularly machine learning, offers additional methods for solving these problems. Machine learning algorithms identify patterns in data and use these patterns to make predictions. Unlike traditional mathematical models, which often require explicit equations describing the system, data-driven approaches can learn relationships directly from observations.

One important application is weather forecasting. Modern forecasting systems combine physical equations with machine learning techniques to improve prediction accuracy and computational efficiency. Neural networks can process large amounts of atmospheric data and identify patterns that would be difficult to detect using conventional methods alone.

Another application is computational fluid dynamics. Researchers use mathematical equations to describe the movement of liquids and gases. Machine learning models can approximate certain computationally expensive calculations, potentially reducing the time required to perform simulations.

Nevertheless, machine learning has significant limitations. AI models depend on the quality of training data, and their predictions may become unreliable when they encounter unfamiliar conditions. Moreover, some neural networks are difficult to interpret, making it challenging to explain how particular results were obtained.

For these reasons, many researchers believe that artificial intelligence should complement rather than completely replace traditional mathematical modelling. Combining mathematical theory with machine learning may provide more accurate, efficient and interpretable solutions to complex scientific problems.

Task 2. Answer the questions in complete sentences.

1. What methods have traditionally been used in mathematical modelling?
2. Why can traditional modelling become computationally expensive?
3. How do machine learning algorithms make predictions?
4. What is the difference between equation-based and data-driven modelling?
5. How can machine learning improve weather forecasting?
6. How is machine learning applied in computational fluid dynamics?
7. Why may AI predictions become unreliable?
8. What is meant by the interpretability of an AI model?
9. Why do researchers combine mathematical theory with machine learning?
10. Do you think AI can eventually replace traditional mathematical models? Explain your answer.

Task 3. Match the terms with their definitions.

Term	**Definition**
1. Computational efficiency	A. A system of mathematical relationships used to represent a real process
2. Training data	B. The ability to understand how a model produces its results

3. Neural network	C. Information used to teach a machine learning model
4. Mathematical model	D. The efficient use of computing resources to solve a problem
5. Interpretability	E. A computational model consisting of interconnected processing units
6. Prediction accuracy	F. The degree to which predicted values correspond to actual results

Task 4. Complete the sentences with the correct words.

Word bank: simulate, accuracy, algorithms, datasets, nonlinear, predictions, computational, patterns

1. Scientists use mathematical models to _____ real-world processes.
2. Neural networks can identify complex _____ in large quantities of data.
3. Machine learning _____ are trained to recognise relationships between variables.
4. Weather forecasting models produce _____ about future atmospheric conditions.
5. Some mathematical problems require significant _____ resources.
6. The performance of machine learning systems depends on the quality of their _____.
7. Highly _____ systems are often difficult to model using simple equations.
8. Researchers evaluate prediction _____ by comparing estimated values with observed results.

Task 5. Grammar: Passive Voice and Present Perfect

Rewrite the sentences in the Passive Voice or Present Perfect as indicated.

1. Scientists use neural networks to analyse complex datasets. (Passive Voice)
2. Researchers developed a new mathematical model. (Passive Voice)
3. Machine learning algorithms identify patterns in atmospheric data. (Passive Voice)
4. Engineers improve simulation accuracy using artificial intelligence. (Present Perfect)
5. The research team creates several predictive models. (Present Perfect)
6. Scientists have tested the algorithm under different conditions. (Passive Voice)

Assignment 2. Speaking and Professional Communication

Topic: AI Coding Assistants and the Future of Programming

Task 1. Discuss the questions in pairs.

1. Which programming languages are most useful for modern AI and data science projects?
2. Have you ever used an AI coding assistant? What advantages or problems did you notice?
3. Can AI-generated code be trusted without human verification?
4. Should universities allow students to use AI tools when completing programming assignments?
5. Which skills will remain essential for programmers if AI becomes capable of generating complex software?
6. Is mathematical knowledge more important than programming experience when developing AI systems?
7. What risks may arise when developers use AI-generated code in cybersecurity or financial applications?
8. Could AI coding assistants make software development more accessible to people without technical education?

Task 2. Role-play: The AI Development Team

Work in groups of three. Read the situation and distribute the roles.

Situation: Your software company is developing an AI-powered application for predicting financial market trends. The project manager wants to introduce AI coding assistants to accelerate development. The team must decide whether these tools should be used throughout the project.

Student A — Lead Software Engineer
You support using AI coding assistants because they can generate repetitive code, help debug programs and accelerate development. Explain how these tools could improve team productivity.
Student B — Cybersecurity Specialist
You are concerned about data privacy, software vulnerabilities and unreliable AI-generated code. Explain the potential risks and propose security requirements.
Student C — Applied Mathematician
You believe that mathematical correctness and model validation are more important than development speed. Explain why AI-generated algorithms must be tested before they are used in financial forecasting.

Discuss the following issues and reach a joint decision:

1. Which programming tasks can be delegated to AI?
2. Which tasks must remain under human supervision?
3. How should the team verify the mathematical correctness of generated code?
4. What security procedures should be introduced?
5. Should the company adopt AI coding assistants for this project?

Task 3. Complete the professional dialogue.

Use the expressions from the box.

Expressions: From my perspective; I agree to some extent; Could you clarify; One possible solution would be; We should also consider; I would argue that

Software Engineer: (1) _____, AI coding tools could significantly reduce our development time.

Cybersecurity Specialist: (2) _____, but we cannot ignore potential security vulnerabilities.

Software Engineer: (3) _____ what particular risks you are concerned about?

Cybersecurity Specialist: (4) _____ introducing mandatory code reviews and automated security testing.

Applied Mathematician: (5) _____ the accuracy of mathematical algorithms generated by AI.

Software Engineer: (6) _____ human supervision will remain essential even if most routine coding tasks are automated.

Task 4. Individual speaking

Prepare a 2-minute speech on one of the topics:

- AI-generated code: productivity versus reliability.
- Why mathematical reasoning matters in the age of AI.
- The programmer of 2035: which skills will be essential?

Use at least five expressions for presenting arguments, contrasting ideas and drawing conclusions.

Форма промежуточной аттестации успеваемости магистрантов: самостоятельная и контрольная работы.

Самостоятельная работа на заданную тему готовится магистрантом по пройденному материалу, сдается на проверку (грамматическую / лексическую; написание краткого резюме / абстракта / конспекта по прочитанному материалу). Контрольная работа (подготовленная преподавателем) пишется в аудитории, сдается на проверку. Для получения аттестации учитываются результаты текущей успеваемости и текущего контроля.

Аттестация = результаты текущей успеваемости + результаты текущего контроля + результаты самостоятельной и контрольной работы.

Пример контрольной работы:

Assignment 3. Academic Writing and Grammar

Topic: Machine Learning versus Traditional Algorithms

Task 1. Read the statements and identify whether they are facts, predictions or opinions.

Statement	**Fact / Prediction / Opinion**
1. Neural networks consist of interconnected computational units.	
2. AI will completely replace traditional programming within twenty years.	
3. Python is widely used in machine learning research.	
4. Deep learning is the most exciting area of modern computer science.	
5. Future AI systems may perform certain scientific calculations more efficiently.	
6. Mathematical algorithms can be analysed in terms of time and space complexity.	

Task 2. Grammar: Modal Verbs in Academic Writing

Choose the correct modal verb or expression.

1. Machine learning models must / might / cannot be validated before deployment in safety-critical applications.
2. Neural networks may / must / should not produce inaccurate predictions when training data is incomplete.
3. Researchers should / cannot / must not consider the limitations of their computational models when interpreting results.
4. AI might / must / cannot improve the efficiency of some mathematical simulations in the future.
5. Students should / cannot / must not evaluate the reliability of AI-generated code before incorporating it into academic projects.
6. A complex numerical problem may / must / cannot require additional computing resources depending on its size and structure.

Task 3. Improve the academic style.

Rewrite the following sentences using more formal academic English. Preserve their original meaning.

1. AI is really good at finding stuff in huge amounts of data.
2. Traditional algorithms are sometimes too slow for big problems.
3. Neural networks make mistakes because the data is bad.
4. Scientists use AI to get better results.
5. We think machine learning is going to be super important in the future.

Task 4. Complete the academic paragraph.

Choose suitable linking expressions: however, furthermore, for example, therefore, in contrast, consequently.

Traditional mathematical models are often based on explicit equations and established theoretical principles. (1) _____, machine learning models can identify relationships directly from data. Both approaches offer important advantages. (2) _____, mathematical models may provide greater interpretability, while neural networks can approximate complex nonlinear

relationships. (3) _____, machine learning models require careful validation because their predictions depend on training data. (4) _____, researchers increasingly investigate hybrid approaches that combine mathematical knowledge with data-driven methods. (5) _____, such approaches can be applied to physical simulations and weather forecasting. (6) _____, integrating these methods may improve the efficiency of certain scientific computations.

Task 5. Write an academic paragraph.

Write 180–220 words on the topic:

«Should Machine Learning Replace Traditional Mathematical Algorithms?»

Your paragraph must include a clear topic sentence, two arguments supported by technical examples, one counterargument and a concluding statement. Use at least eight professional terms from the assignments and five academic linking expressions. Avoid informal vocabulary, unsupported generalisations and overly categorical statements.

Современная философия и методология науки	Перечень компетенций	Результаты обучения
Семестр – 1, 2 Общая аудиторная нагрузка - 84 часов Из них Лекции - 50 часов Семинары - 34 часа Самостоятельная работа – 96 часов Форма промежуточной аттестации – зачет (1 семестр) и экзамен (2 семестр)	**УК-1:** Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности (формируется частично).	**Знать:** - методологию научного познания; - современные теоретические модели научного познания. **Уметь**: - использовать философскую методологию при решении задач профессиональной деятельности. Осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации с использованием требований системного подхода **Владеть**: - навыками использования научно обоснованных гипотез и теоретических моделей в научном познании.
	УК-2: Способен использовать философские категории и концепции при решении социальных и профессиональных задач (формируется частично).	**Знать:** – основные философские категории и концепции; – основополагающие принципы современного научного мировоззрения. **Уметь**: – использовать философские знания при решении социальных и профессиональных задач, использовать логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского характера; **Владеть**: – навыками использования категориально-понятийного аппарата современной философской методологии науки.
	УК-3: Способен разрабатывать, реализовывать и управлять проектом на всех этапах его	**Знать:** – проблему, на решение которой направлен проект, грамотно формулирует цель

	жизненного цикла, предусматривать и учитывать проблемные ситуации и риски проекта (формируется частично).	проекта, последовательность действий при реализации проекта; **Уметь:** – проводить научные исследования для решения поставленной задачи в соответствии с разработанным планом; **Владеть:** - способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу, навыками разработки и реализации научного проекта.
	УК-7: Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы её совершенствования на основе самооценки, формировать приоритеты личностного и профессионального развития (формируется частично).	**Знать:** - рефлексивные методы в процессе оценки разнообразных ресурсов (личностных, психофизиологических, ситуативных, временных и т. д.), используемых для решения задач самоорганизации и саморазвития; **Уметь**: - выстраивать собственную образовательную и профессиональную траекторию на основе адекватной самооценки; **Владеть**: - способностью планирования собственной образовательной и профессиональной траектории.

Задания для текущего контроля

Используются такие формы контроля, как тестирование, аудиторные и внеаудиторные письменные задания (контрольные работы с выполнением типовых заданий, участие в дискуссиях и коллоквиумах, за которые выставляются оценки (по 5-балльной системе), устные опросы, написание эссе, рефератов, презентации домашних заданий. На основании полученных результатов высчитываются учебные достижения обучающихся по курсу.

Темы рефератов:

1. «Объект» и «субъект» познания.
2. Основания формирования различных концепций истины.
3. Проблема критерия истины в различных философских концепциях.
4. Особенности научного знания в античности.
5. Специфические черты развития рациональности в эпоху средневековья.
6. Духовная революции в эпоху Возрождения.
7. Основные этапы становления классической науки.
8. Наука как деятельность по производству знания и система знаний.
9. Функции научного знания и науки.
10. Структура научного знания: естественнонаучное, техническое, гуманитарное знание.
11. Эмпирический и теоретический уровни познания.
12. Основания научного знания: идеалы и нормы исследования, научная картинная мира, философские основания.
13. Кумулятивистская модель развития науки.
14. Диалектико-материалистическая модель развития науки.
15. Постпозитивистские теоретические модели развития науки: Т. Кун: историческая динамика научных знаний.
16. К. Поппер: проблема роста научного знания.
17. И. Лакатос: методология научно-исследовательских программ.
18. П. Фейрабенд: методологический анархизм.
19. Ст. Тулмин: эволюция матрицы понимания.
20. Дж. Холтон: тематический анализ науки.
21. Теоретизация современной науки.
22. Проблема преодоления разрыва объекта и субъекта познания.
23. Изменение идеалов и норм описания, объяснения, понимания.
24. Формализация современной науки.
25. Математизация современной науки.
26. Роль информационных технологий в современной науке.

Темы аргументированных эссе:

1. Что такое философия
2. Учение о категориях И. Канта
3. В чем заключался агностицизм И. Канта?
4. Главные особенности неопозитивистской философии.
5. Кризис неопозитивизма и возникновение постпозитивизма.
6. Структурализм и постструктурализм.
7. Феноменология Э. Гуссерля – основные положения.
8. Герменевтика, сущность и круг проблем.
9. Научная революция. Что такое парадигма?
10. Симуляция и симулякры.

11. Особенности ценностных ориентаций ученого в процессе научного поиска.

12. Проблема соотношения свободы научного поиска и социальной ответственности ученого.

13. Сциентизм и антисциентизм в оценке роли науки в современной культуре.

Тематика презентаций:

1. Мировоззрение как культурно-исторический феномен.
2. Мифология и философия.
3. Философия и религия
4. Истоки и смысл религиозной веры
5. Философия как самосознание культуры
6. Возникновение философии. Мифология и философия
7. Движение материи и его основные формы
8. Особенности моделирования как метода научного исследования.
9. Разновидности моделирования, характерные для современной науки.
10. Научная проблема, факторы ее формирования.
11. Роль гипотезы в научном познании, ее отличие от научной теории.
12. Проблема истины в философии
13. Общество как социально-психическая реальность
14. Исторические типы общества.
15. Роль личности в науке
16. XXI век в зеркале футурологии
17. Об идолах и идеалах современной науки

История и методология прикладной математики и информатики	Перечень компетенций	Результаты обучения
Семестр - 3 семестр Общая аудиторная нагрузка - 34 часа Из них Лекции - 34 часа Самостоятельная работа – 38 часов Форма промежуточной аттестации - зачет	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности; ПК-1 Способен в рамках задачи, поставленной специалистом более высокой квалификации, определять теоретическую основу и методологию исследования, разрабатывать план исследования в области прикладной математики и информатики; СПК-1 Владеет знаниями о концепциях, методах и применимости математического моделирования и искусственного интеллекта в технологических и промышленных средах для повышения качества и производительности.	Знать современные методы построения и исследования вычислительных алгоритмов для решения основных классов задач, возникающих в современной науке и технике; историю создания и формирования основных методов прикладной математики. Уметь разрабатывать алгоритмы для численного исследования процессов в сложных системах; анализировать вычислительные алгоритмы, определять область их применимости; оценивать новизну вычислительных алгоритмов; применять на практике существующие алгоритмы и осуществлять анализ качества полученных результатов. Владеть навыками решения научных и практических задач; навыками самостоятельного получения новых знаний по прикладной математике.

Задания для текущего контроля

Примерный перечень вопросов к зачёту.

1.Основные источники сведений по математике в Древнем Египте.

2.Основные задачи математики Вавилона и Шумера. Запишите клинописными знаками числа: 3601, 21, 3611.

3.Пифагор и достижения пифагорейской школы. Источники по пифагорейской школе. Филолай и Архит Таренский.

4.Гиппократ Хиосский, Теэтет, Евдокс Книдский. Метод исчерпания.

5.Содержание глав книги Эвклида “Начала”.

6.Основные математические достижения Архимеда. Труды Архимеда. Площадь сегмента параболы. Площадь эллипса.

7.Метод составления таблицхорд Гиппарха и Клавдия Птолемея.

8.Диофант и диофантовы уравнения. Труды Диофанта.

9.Математические модели солнечной системы в трудах Платона, Евдокса, Аристотеля, Клавдия Птолемея.

10. Аль-Хорезми и роль его книг для развития математики.

11. Математические работы Омар Хайяма. Календарь Омар Хайяма.

12. Тригонометрия в трудах Насир ад Дина. Метод вычисления корня n-ой степени.

13. Вычислительные работы Аль-Каши.

14. Труды Боэция. Королингское возрождение. Задачи Алкуина.

15. Средневековые университеты Европы. Программа обучения математики. Обзор работы Леонардо Фибоначчи.

16. Достижения Дж. Кардано, Тартальи, Виета.

17. Введение логарифмов. Таблицы Бюрги. Неперовы логарифмы.

18. Геометрия Рене Декарта.

19. Формулировка «малой» и «большой» теорем Ферма. Принцип Ферма.

20. Б. Паскаля и создание первой вычислительной машины.

21. Создание основ математического анализа Лейбницем.

22. Математические работы И.Ньютона.

23. Задача о брахистохроне. Иоганн Бернулли, Клеро, Даламбер.

24. Работы Л. Эйлера по прикладной математике.

25. Уравнения Эйлера движения сплошной среды.

26. Основные работы Ж.Лагранжа по вычислительным методам.

27. Уравнения Эйлера-Лагранжа. Вариационные методы.

28. Работы Гаусса по теории поверхности. Геометрия Римана.

29. Работы Адриена Лежандра и К. Гаусса по методу наименьших квадратов.

30. О.Коши и формулировка критерия Коши для сходящейся последовательности.

31. Приближение функций в линейном нормированном пространстве.

32. Многочлены наилучшего приближения функции на отрезке. Теорема Чебышева.

33. Наилучшее приближение в пространстве Гильберта.

34. Постановка задачи линейной интерполяции и оценки погрешности интерполяционных полиномов.

35. Итерационные методы решения уравнения $f(x)=0.$

36. Итерационный метод Чебышева построения решения уравнения $f(x)=0.$

37. Квадратурные формулы Ньютона – Котеса, Гаусса, Чебышева.

38. Тригонометрическая интерполяция. Формулы Бесселя.

39. Метод Гаусса решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).
40. Компактная схема Гаусса (метод Краута). Метод Холецкого (квадратного корня) решения СЛАУ.
41. Итерационные методы решения СЛАУ.
42. Критерий сходимости итерационного метода решения СЛАУ.
43. Выбор оптимального параметра в явном методе простой итерации.
44. Метод Якоби, Зейделя, релаксации решения СЛАУ. Теорема А.А. Самарского о сходимости неявного метода простой итерации.
45. Работы А.М. Ляпунова. Устойчивость динамических систем. Работы А. Пуанкаре.
46. Метод Эйлера решения задачи Коши для нормального дифференциального уравнения I-го порядка. Методы Рунге-Кутта и Адамса.
47. Формула Остроградского. Формула Грина. Слабая постановка решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа.
48. Развитие математической модели Солнечной системы. Евдокс Книдский, Аристотель, Клавдий Птолемей, Коперник, Кеплер, Ньютон, Пуанкаре, Колмогоров, Арнольд.
49. Математическая модель движения идеальной жидкости. Уравнения Эйлера.
50. Динамические уравнения линейной теории упругости. Теорема Коши для компонент тензора напряжения.

Математические модели в естествознании	Перечень компетенций	Результаты обучения
Семестр - 1 Общая аудиторная нагрузка - 54 часа Из них Лекции - 36 часов Семинары - 18 часов Самостоятельная работа – 54 часа Форма промежуточной аттестации - экзамен	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности; ПК-1 Способен в рамках задачи, поставленной специалистом более высокой квалификации, определять теоретическую основу и методологию исследования, разрабатывать план исследования в области прикладной математики и информатики; ПК-4 Способен модифицировать и применять актуальные алгоритмы компьютерной математики, а также реализовывать их в современных программных комплексах; СПК-1 Владеет знаниями о концепциях, методах и применимости математического моделирования и искусственного интеллекта в технологических и промышленных средах для повышения качества и производительности.	- Знать основные методы построения математических моделей и вычислительных алгоритмов для решения основных классов задач, возникающих в современной науке и технике. - Уметь применять на практике и проводить сравнительный анализ рассмотренных моделей и алгоритмов; - Иметь навыки по решению научных и практических задач. Освоение дисциплины будет использовано: - при прохождении практики; - при подготовке выпускной квалификационной работы; - при сдаче государственного экзамена.

Задания для текущего контроля

Экзаменационные вопросы.

1. Общая схема вычислительного эксперимента.
2. Функция распределения и кинетическое уравнение.

3. Приближение механики сплошной среды. Вывод уравнений механики сплошной среды с использованием законов сохранения.

4. Описание напряженного состояния. Тензорные поля и их свойства.

5. Применение вариационных принципов для построения математических моделей. Условие минимума потенциальной энергии и интеграл Дирихле.

6. Функция Лагранжа и принцип наименьшего действия. Закон сохранения энергии как следствие инвариантности действия при сдвиге по времени. Теорема Нетер (без доказательства).

7. Вывод уравнений гидродинамики из принципа наименьшего действия.

8. Симметрии как способ понижения числа независимых переменных.

9. Автомодельные решения на основе анализа единиц измерения данных задачи. Решение задачи Римана для уравнений газодинамики.

10. Способы дискретизации задач математической физики. Проекционные методы.

11. Пример Самарского. Консервативные и полностью консервативные схемы

12. Использование принципа наименьшего действия для построения полностью консервативных схем.

13. Метод опорных операторов.

14. Схема Годунова.

15. Схемы TVD.

16. Метод конечных элементов.

17. Разрывный метод Галеркина.

18. Построение структурированных сеток. Использование отображений.

19. Метод Винслоу.

20. Вариационные формулировки, барьерные свойства функционалов.

21. Адаптивные сетки. Использование метрики для адаптации.

22. Неструктурированные сетки. Типы данных для описания неструктурированных сеток.

23. Построение неструктурированных сеток методом движущегося фронта.

24. Триангуляции Делоне.

25. Архитектура современных многопроцессорных вычислительных систем. Критерии эффективности распараллеливания

26. Геометрическое распараллеливание для задач математической физики.

27. Методы динамического перераспределения нагрузки.

Примеры экзаменационных билетов.

Пример 1.

1. Использование принципа наименьшего действия для построения полностью консервативных схем.

2. Построение неструктурированных сеток методом движущегося фронта.

Пример 2.

1. Описание напряженного состояния. Тензорные поля и их свойства.
2. Геометрическое распараллеливания для задач математической физики.

Вероятностно-статистическое моделирование	Перечень компетенций	Результаты обучения
Семестр - 2 Общая аудиторная нагрузка - 48 часов Из них Лекции - 32 часов Семинары - 16 часов Самостоятельная работа – 60 часов Форма промежуточной аттестации - экзамен	УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности; ОПК-1 - Способен формулировать и решать актуальные задачи в области фундаментальной и прикладной математики; ОПК-2 - Способен совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач; СПК-2 - Способен формализовать реальные проблемы, разрабатывать математические модели, выбирать подходящие инструменты и внедрять эффективные решения проблем в области искусственного интеллекта.	Знать основы теории вероятностей и математической статистики, основы построения вероятностных моделей современной науки и владеть ключевыми методами статистического анализа применительно к постановке задач и исследованию их общих важных свойств. Уметь строить адекватные вероятностные модели, применять на практике статистический анализ к задачам оптимизации вероятностных моделей, обработки сигналов и изображений, социологии, финансовой математики и других разделов науки и техники.

Задания для текущего контроля

Список вопросов к экзамену.

1. Вероятностные модели и парадокс Бертрана.

2. Математическая модель центра случайной величины.

3. Математическая модель разброса случайной величины.

4. Случайные величины. Зависимость событий и случайных величин.

5. Виды сходимости случайных величин. Центральная предельная теорема, оценка скорости сходимости в ЦПТ.

6. Закон больших чисел, оценка скорости сходимости в ЗБЧ.

7. Распределение Пуассона, теорема Пуассона и ее обобщение.

8. Устойчивые и безгранично делимые распределения. Теоремы Леви и Хинчина.

9. Оптимальные размещения на прямой и на плоскости. Необходимые условия существования оптимального размещения.

10. Оптимальные размещения в N-мерном пространстве. Построение асимптотически оптимальных размещений.

11. Информация и энтропия. Свойства.

12. Дифференциальная энтропия, свойства некоторых распределений.

13. Определение пуассоновского процесса.

14. Информационные свойства пуассоновского процесса.

15. Случайные суммы, основные свойства, пуассоновские случайные суммы.

16. Геометрические случайные суммы, теорема Реньи, связь между геометрическими и пуассоновскими случайными суммами.

17. Теорема переноса. Аналог теоремы Пуассона для случайных сумм.

18. Смеси вероятностных распределений, идентифицируемость, примеры.

19. Обобщения пуассоновского процесса, дважды стохастический пуассоновский процесс.

20. Обобщенный процесс Кокса. ЦПТ и ЗБЧ для обобщенных процессов Кокса.

21. Островершинность масштабных смесей нормальных законов.

22. Устойчивость нормальных смесей относительно смешивающего распределения: прямая задача.

23. Устойчивость нормальных смесей относительно смешивающего распределения: обратная задача.

24. Моделирование распределений приращений финансовых индексов смесями нормальных законов.

Примеры билетов для экзамена.

Пример 1.

Казахстанский филиал МГУ имени М.В.Ломоносова
Кафедра математики и информатики

N билета_____

Наименование дисциплины «Вероятностно-статистическое моделирование»

Вопросы:

1. Определение вероятностного пространства.

2. Закон больших чисел. Оценка скорости сходимости с помощью центральной предельной теоремы.

3. Случайные суммы. Определение и элементарные свойства.

4. Найти дифференциальную энтропию случайной величины, имеющей показательное распределение с параметром 1.

Пример 2.

Казахстанский филиал МГУ имени М.В.Ломоносова
Кафедра математики и информатики

N билета_____

Наименование дисциплины «Вероятностно-статистическое моделирование»

Вопросы:

1. Определение функции распределения. Основные свойства.
2. Теорема Пуассона.
3. Смеси вероятностных распределений. Определение. Идентифицируемость.
4. Случайная величина принимает значения 1, 4, 5 и 8 с вероятностями 1/2, 1/4, 1/8 и 1/8 соответственно. Найти ее энтропию.

Численные методы решения задач математической физики	Перечень компетенций	Результаты обучения
Семестр - 1 Общая аудиторная нагрузка - 54 часов Из них Лекции - 36 часов Семинары - 18 часов Самостоятельная работа – 54 часов Форма промежуточной аттестации - экзамен	УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности; ОПК-1 - Способен формулировать и решать актуальные задачи в области фундаментальной и прикладной математики; ОПК-2 - Способен совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач; СПК-2 - Способен формализовать реальные проблемы, разрабатывать математические модели, выбирать подходящие инструменты и внедрять эффективные решения проблем в области искусственного интеллекта.	Знать основные вычислительные методы линейной алгебры, численные методы решения задачи Коши и краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и численные методы решения простейших уравнений с частными производными; Уметь применять на практике и проводить сравнительный анализ рассмотренных численных алгоритмов; Иметь навыки по решению научных и практических задач.

Задания для текущего контроля
Раздел I. Численные методы решения простейших задач математической физики

1. Основные понятия теории разностных схем. Аппроксимация уравнения второго порядка методом баланса. Условия второго порядка аппроксимации.

   Пример 1.

Для функции $y=\frac{1}{x+1}$ написать левую и центральную разностные производные в точке x=0 при h=0.1. Используя точное значение первой производной, найти погрешность аппроксимации.

Найдем первую производную в точке $x=0$:

$$y^{(1)}=-\frac{1}{(x+1)^2}=-1,$$

$$y_{\overline{x}}=\frac{y(0)-y(-h)}{h}=\frac{1-\frac{1}{1-1/10}}{1/10}=-10/9.$$

$$y_{\overset{0}{x}}=\frac{y(0+h)-y(0-h)}{2h}=\frac{\frac{1}{1+h}-\frac{1}{1-h}}{2h}=$$

$$=-\frac{1}{1-h^2}=\frac{1}{\frac{1}{100}-1}=-\frac{100}{99}.$$

Оценим погрешность:

$$|\psi|=\left|y^{(1)}-y_{\overline{x}}\right|=|-1+10/9|=1/9<0{,}12$$

$$|\psi|=\left|y^{(1)}-y_{\overset{0}{x}}\right|=|-1+100/99|=1/99<0{,}012.$$

Пример 2.

Для функции $y=\frac{1}{1+x}$ написать вторую разностную производную

В точке x=1 при h=0,1. Используя точное значение второй производной, найти погрешность аппроксимации.

Найдем $y^{(2)}(x)$ при x=1:

$$y^{(2)}(x)=\frac{2}{(1+x)^3}=0{,}25.$$

$$y_{\bar{x}x}=\frac{y(1+h)-2y(1)+y(1-h)}{h^2}=$$

$$=\frac{\frac{1}{2+h}-\frac{2}{h}+\frac{1}{2-h}}{h^2}=\frac{1}{4-h^2}=\frac{1}{4-1/100}=100/399.$$

$$|\psi|=\left|\frac{1}{4}-\frac{100}{399}\right|=\frac{1}{1596}<0{,}0007.$$

Пример 3. Найти разностное решение краевой задачи

$$u''(x)=1;\quad 0<x<1;\quad u(0)=u(1)=0$$

на сетке с шагом $h=0.25$. Сравнить с точным решением.

Разностная аппроксимация имеет вид:

$$\frac{y_{i-1}-2\cdot y_i+y_{i+1}}{h^2}=1;\qquad i=1,2,3.$$

$$y_0=y_4=0.$$

В результате получаем систему линейных уравнений

$$\begin{pmatrix}-2 & 1 & 0\\ 1 & -2 & 1\\ 0 & 1 & -2\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}y_1\\ y_2\\ y_3\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}h^2\\ h^2\\ h^2\end{pmatrix},$$

решение которой

$$y_1=y_3=-\frac{3}{32},\quad y_2=-\frac{1}{8}\ .$$

Точное решение $u(x)=0.5\cdot\left(x^2-x\right)$ в узлах сетки совпадает с разностным. Это происходит, потому что погрешность аппроксимации разностной схемы на точном решении равна нулю.

$$\psi_h=u_{\bar{x}x}-u''=\frac{u^{(4)}(\xi)}{12}\cdot h^2=0$$

2. Методы Ритца, Галеркина. Понятие о методе конечных элементов, (3, стр.37-50).

Рассмотрим следующую краевую задачу:

$$-\left(p(x)\cdot u'(x)\right)' + q(x)\cdot u(x) = f(x), \qquad 0 < x < 1$$
$$u(0) = u(1) = 0,$$
$$p(x) \geq a_0 > 0, \qquad q(x) \geq 0.$$

И соответствующую ей вариационную задачу:

Среди функций $H_0^1(0,1)$ найти такую, которая при любой функции $v(x) \in H_0^1(0,1)$ удовлетворяет уравнению

$$a(u.v) = l(v),$$

где

$$a(u,v) = \int_0^1 \left[p(x)u'(x)v'(x) + q(x)u(x)v(x)\right]dx,$$

$$l(v) = \int_0^1 f(x)v(x)dx.$$

В методе Галеркина решение вариационной задачи ищется не на всем пространстве $H_0^1(0,1)$, а на некотором его конечномерном подпространстве $V^n \subset H_0^1(0,1)$.

Пример 1. Найти галеркинское из V^2 решение задачи

$$-u''(x) = 1; \quad 0 < x < 1; \quad u(0) = u(1) = 0,$$

где

V^2 - линейная оболочка функций $\sin(k\pi x),\ k = 1, 2.$

В нашем случае

$$a(u,v) = \int_0^1 u'v'dx, \qquad l(v) = \int_0^1 vdx.$$

Базис нашего подпространства

$$\varphi_1(x)=\sin(\pi x), \qquad \varphi_2(x)=\sin(2\pi x) \quad .$$

Приближенное решение ищется в виде

$$y(x)=c_1\cdot\varphi_1(x)+c_2\cdot\varphi_2(x),$$

где коэффициенты c_1, c_2 находим из системы

$$a(y,\varphi_i)=l(\varphi_i), \qquad i=1,2.$$

Матрица этой системы G аналог матрицы Грамма с элементами

$$g_{ij}=a(\varphi_i,\varphi_j); \quad i,j=1,2 .$$

В нашей задаче

$$g_{11}=0.5\pi^2, \quad g_{12}=g_{21}=0, \quad g_{22}=2\pi^2, \quad l_1=\frac{2}{\pi}, \quad l_2=0,$$

или

$$\begin{pmatrix} 0.5\pi^2 & 0 \\ 0 & 2\pi^2 \end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} \frac{2}{\pi^2} \\ 0 \end{pmatrix} \quad .$$

Откуда $c_2=0, \quad c_1=\frac{4}{\pi^3}$, $y(x)=\frac{4}{\pi^3}\sin(\pi x).$

Пример. Найти конечноэлементное из V_h^3 решение задачи

$$-u''(x)=2; \quad 0<x<1; \quad u(0)=u(1)=0,$$

где

V_h - пространство кусочно-линейных, непрерывных, линейных на отрезках $[x_i, x_{i+1}]$ функций; $x_i=ih, \quad h=0.25$.

Базис нашего пространства состоит из трех функций $\varphi_i(x), \quad i=1,2,3,$ которые в узлах сетки принимают значения

$$\varphi_i(x_j)=\delta_i^j , \quad i=1,2,3; \quad j=0,1,2,3,4.$$

Будем искать решение задачи в виде

$y = c_1\varphi_1 + c_2\varphi_2 + c_3\varphi_3$, где c_i - решение системы

$$G \cdot \vec{c} = \vec{l}\ .$$

$g_{i\,j} = a(\varphi_i, \varphi_j) = 0$ при $|i - j| > 1$.

$$g_{i,\,i+1} = \int_{x_i}^{x_{i+1}} \varphi_i' \cdot \varphi_{i+1}' dx = \int_0^h -\frac{1}{h^2} dx = -\frac{1}{h},$$

$$g_{i\,i} = \int_{x_{i-1}}^{x_{i+1}} (\varphi_i')^2 dx = 2\int_0^h \frac{1}{h^2} dx = \frac{2}{h}, \quad l_i = l(\varphi_i) = \int_{x_{i-1}}^{x_{i+1}} 2\varphi_i dx = 2h\ .$$

$$\begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \\ 0 & -1 & 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{pmatrix} = h^2 \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix}\ .$$

Откуда $c_1 = c_3 = 3h^2 = \frac{3}{16}, \quad c_2 = 4h^2 = \frac{1}{4}$.

3. Разностные схемы для уравнения теплопроводности. Погрешность аппроксимации, устойчивость, (1, стр. 272-278).

Пример. Исследовать на устойчивость в l_2 схему Ричардсона.

$$\frac{y_m^{n+1} - y_m^{n-1}}{2\tau} = \frac{y_{m-1}^n - 2y_m^n + y_{m+1}^n}{h^2}\ .$$

Ищем частное решение схемы в виде

$$y_m^n(\varphi) = q^n \cdot e^{im\varphi}\ .$$

Подставляя в разностную схему указанное решение и сокращая на $q^n \cdot e^{im\varphi}$, получим

$$\frac{q-\frac{1}{q}}{2\tau} = \frac{e^{-i\varphi} - 2 + e^{i\varphi}}{h^2} \quad ,$$

откуда

$$q^2 + 8\gamma \sin^2\left(\frac{\varphi}{2}\right) \cdot q - 1 = 0, \qquad \gamma = \frac{\tau}{h^2} .$$

Для устойчивости требуется чтобы выполнялось условие $|q| \le 1$.

В нашем случае один из корней по модулю больше единицы, следовательно метод неустойчивый.

Упражнения для самостоятельного решения

1.Для функции $y = \frac{1}{1+x}$ написать правую разностную производную в точке x=0 при h=0,1. Используя точное значение первой производной найти погрешность аппроксимацию.

2. Для функции $y = \frac{1}{1+x}$ написать вторую разностную производную в точке x=0 при h=0,1. Используя точное значение второй производной, найти погрешность аппроксимации.

3. Для функции $y = \frac{1}{x}$ написать левую разностную производную в точке x=1 при h=0,1. Используя точное значение первой производной, найти погрешность аппроксимации.

4. Для функции $y = \frac{1}{x}$ написать правую разностную производную в точке x=1 при h=0,1. Используя точное значение первой производной, найти погрешность аппроксимации.

5. Для функции $y = \frac{1}{x}$ написать ценральную разностную производную в точке x=1 при h=0,1. Используя точное значение первой производной, найти погрешность аппроксимации.

6. Для функции $y = \frac{1}{x}$ написать вторую разностную производную в точке x=1 при h=0,1. Используя точное значение второй производной, найти погрешность аппроксимации.

7. Найти галеркинское из V^2 решение задачи

$$-u''(x) = x; \quad 0 < x < 1; \quad u(0) = u(1) = 0,$$

где V^2 -линейная оболочка функций

$$\varphi_1(x) = x(1-x),\ \varphi_2(x) = x^2(1-x).$$

8. Исследовать на устойчивость в l_2 схему Дюфорта-Франкела .

$$\frac{y_m^{n+1} - y_m^{n-1}}{2\tau} = \frac{y_{m-1}^n - y_m^{n+!} - y_m^{n-1} + y_{m+1}^n}{h^2}.$$

9. При каком соотношении τ и h разностная схема

$$\frac{y_m^{n+1} - y_m^n}{\tau} = \frac{y_{m-1}^n - 2y_m^n + y_{m+1}^n}{h^2}.$$

имеет порядок аппроксимации $O\left(\tau^2 + h^4\right)$?

10. При каких значениях σ разностная схема с весами

$$\frac{y_m^{n+1} - y_m^n}{\tau} = \sigma \frac{y_{m-1}^{n+1} - 2y_m^{n+1} + y_{m+1}^{n+1}}{h^2} + (1-\sigma)\frac{y_{m-1}^n - 2y_m^n + y_{m+1}^n}{h^2}$$

имеет порядок аппроксимации $O\left(\tau^2 + h^4\right)$?

11. Исследовать на устойчивость в l_2 схему

$$\frac{y_m^{n+1} - y_m^n}{\tau} = \frac{y_{m-1}^n - 2y_m^n + y_{m+1}^n}{h^2}.$$

Раздел 2. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.

1. Методы Рунге-Кутты. Таблицы Бутчера. Рассматривается задача Коши для уравнения $\frac{du}{dt} = f(t,u), \quad t > 0, \quad u(0) = u_0$.

Пусть приближенное решение $y_n = y(t_n)$ известно. В процессе вычислений фиксированы некоторые числа:

$$a_{ij}, b_i, c_i, \quad (i, j = 1,2,...m).$$

Определение. $m-$этапный метод Рунге-Кутты имеет следующий вид $y_{n+1} = y_n + \tau \sum_{i=1}^{m} b_i k_i$, где k_i - промежуточные вспомогательные величины находятся из системы

$$k_i = f(t_n + c_i\tau, y_n + \tau \sum_{j=1}^{m} a_{ij} k_j), \quad i = 1,2,...m.$$

Коэффициенты, определяющие конкретный метод, могут быть представлены в виде таблицы Бутчера.

c_1	a_{11}	a_{12}	…	a_{1m}
c_2	a_{21}	a_{22}	…	a_{2m}
…	…	…	…	…
c_m	a_{m1}	a_{m2}	…	a_{mm}
	b_1	b_2	…	b_m

Если $a_{ij} = 0$, при $j \geq i$, то метод называется явным. Обычно используют условие, предложенное Куттой

$$c_i = \sum_{j=1}^{m} a_{ij} .$$

Примеры:

1) одноэтапный метод

c_1	a_{11}
	1

$$k_1 = f(t_n + c_1\tau, y_n + \tau \cdot a_{11}k_1), \quad y_{n+1} = y_n + \tau \cdot k_1 \ .$$

если $a_{11} = c_1 = 0$, получаем явный метод Эйлера, $a_{11} = c_1 = 1$ - неявный метод Эйлера.

2) явный двухэтапный метод (предиктор-корректор).

0	0	0
0.5	0.5	0
	0	1

$$k_1 = f(t_n, y_n)$$
$$k_2 = f(t_n + \frac{\tau}{2}, y_n + \frac{\tau}{2}k_1)$$
$$y_{n+1} = y_n + \tau \cdot k_2$$

1. Погрешность аппроксимации методов Рунге-Кутты .

Методы Рунге-Кутты имеют первый порядок аппроксимации если

$$\sum_{i=1}^{m} b_i = 1$$

Второй порядок обеспечивается при добавлении условия

$$2\sum_{i=1}^{m} b_i c_i = 1 \ .$$

Для того чтобы метод имел третий порядок аппроксимации, требуется выполнение еще двух условий:

$$3\sum_{i=1}^{m} b_i c_i^2 = 1$$

$$6\sum_{i=1}^{m} b_i \sum_{j=1}^{m} a_{ij} \cdot c_j = 1.$$

Одноэтапные методы

c_1	a_{11}
	1

Явный метод ($c_1 = a_{11} = 0$) имеет первый порядок , а среди неявных методов есть один второго порядка $c_1 = a_{11} = 0.5$.

23

Явные двухэтапные методы

0	0	0
c_2	a_{21}	0
	b_1	b_2

Условия второго порядка аппроксимации $b_1 + b_2 = 1, \quad b_2 \cdot a_{21} = \frac{1}{2}$ порождают целое семейство методов.

Пример. $a_{21} = 1$ - метод Хойна

0	0	0
1	1	0
	0.5	0.5

$a_{21} = 0.5$ - метод Рунге (предиктор-корректор).

Пример . Для задачи Коши:

$$\begin{cases} u^{(1)} + (1+t)u^2 = 0, \\ u(0) = 1, \end{cases}$$

сделать два шага по явному методу Эйлера с $\tau = 0{,}1$.

Сравнить результат с точным решением.

Найдем точное решение дифференциальной задачи:

$$\frac{du}{u^2} = -(1+t)dt,$$

$$\frac{1}{u} = \frac{(1+t)^2 + c}{2},$$

$$u(t) = \frac{2}{(1+t)^2 + 1},$$

$$u(\frac{1}{10}) = \frac{200}{221} \approx 0{,}905, u(\frac{2}{10}) = \frac{200}{244} \approx 0{,}82.$$

Запишем Метод Эйлера:

$$f(t_n, y_n) = -(1+t_n)y_n^2,$$

$$t_0 = 0, t_1 = 1/10, y_0 = 1, \tau = 1/10.$$

$$y_1 = y_0 + \tau(-y_0^2(1+t_0)),$$

$$y_2 = y_1 + \tau(-y_1^2(1+t_1)).$$

$$y_1 = 0{,}9,$$

$$y_2 = 0{,}8109.$$

$$\psi = \left|\frac{8109}{10000} - \frac{200}{244}\right| < 0{,}01.$$

Пример. Для задачи Коши:

$$\begin{cases} u^{(1)} + (1+t)u^2 = 0, \\ u(0) = 1, \end{cases}$$

сделать один шаг по методу Рунге с $\tau = 0.1$ и сравнить результат с точным решением.

$$\frac{y_{n+1}-y_n}{\tau}=f(t_n+\frac{\tau}{2},y_n+\frac{\tau}{2}f(t_n,y_n)),n=0,1,...$$

$$y_1=y_0+\tau f(t_0+\frac{\tau}{2},y_0+\frac{\tau}{2}f_0),$$

$$y_0=1,t_0=0,\tau=1/10,\ f_0=f(t_0,y_0)=-1,$$

$$y_1=1+\frac{1}{10}f(0+\frac{1}{20},1-\frac{1}{20})=$$

$$=1+\frac{1}{10}f(\frac{1}{20},\frac{19}{20})\approx 0{,}90524.$$

$$|\psi|<0{,}0003.$$

Пример. Для задачи Коши

$$\begin{cases}u^{(1)}+(1+t)u^2=0,\\ u(0)=1,\end{cases}$$

сделать один шаг по методу Хойна при $\tau=0.1,$ сравнить результат с точным решением.

$$\frac{y_{n+1}-y_n}{\tau}=\frac{1}{2}f(t_n,y_n)+\frac{1}{2}f(t_n+\tau,y_n+\tau f(t_n,y_n)),n=0,1,...$$

$$y_1=y_0+\frac{\tau}{2}(f(t_0,y_0)+f(t_0+\tau,y_0+\tau f_0)),$$

$$y_0=1,t_0=0,\tau=1/10,\ f_0=-1.$$

$$f(\tau,1-\tau)=f(\frac{1}{10},1-\frac{1}{10})=\frac{-891}{1000},$$

$$y_1=1+\frac{1}{20}(-1-f(\frac{1}{10},\frac{9}{10}))=$$

$$=1-\frac{1}{20}(1+\frac{891}{1000})=\frac{18109}{20000}=0{,}90545.$$

$$|\psi|<0{,}0005.$$

2. Многошаговые разностные методы. Методы Адамса и Гира, (1, стр.230-233; 225-256).

Общий вид линейных многошаговых (k - шаговых) методов:

$$\sum_{j=0}^{k} a_j \cdot y_{n+1-j} = \tau \sum_{j=0}^{k} b_j \cdot f_{n+1-j}\,, \qquad a_0 \neq 0\,, \quad |a_k| + |b_k| \neq 0\,.$$

Если $b_0 = 0$, то метод называют явным, в противном случае неявным.
Условия аппроксимации порядка p:

$$\sum_{j=0}^{k} a_j = 0\,, \quad \sum_{j=0}^{k} b_j = 1\,,$$

$$\sum_{j=0}^{k} \left(b_j \cdot q \cdot j^{q-1} + a_j \cdot j^q \right) = 0\,, \qquad q = 1,2,\ldots, p\,.$$

Методы Адамса. $a_0 = 1, \quad a_1 = -1,$ остальные $a_j = 0$.
Максимальный порядок аппроксимации $p = k+1$ для неявных и $p = k$ для явных методов.

Методами Гира называются методы максимального порядка аппроксимации при условии

$$b_0 = 1; b_j = 0,\ j \neq 0\,.$$

Пример. Для задачи Коши:

$$\begin{cases} u^{(1)} + (1+t)u^2 + 0, \\ u(0) = 1, \end{cases}$$

вычислить точное решение в точке $t_1 = 0.1$ и сделать после этого один шаг по явному методу Адамса

$$\frac{y_{n+1} - y_n}{\tau} = \frac{3}{2} f\left(t_n, y_n\right) - \frac{1}{2} f\left(t_{n-1}, y_{n-1}\right), \quad \tau = 0.1$$ и сравнить результат с точным.

$$y_1 = u(0.1) = \frac{200}{221}.$$

$$y_2 = y_1 + \tau(\frac{3}{2} f(t_1, y_1) - \frac{1}{2} f(t_0, y_0)).$$

$$f(t_0, y_0) = f(0,1) = -1,$$

$$f(t_1, y_1) = f(0 + \frac{1}{10}, \frac{200}{221}) = -\left(\frac{200}{221}\right)^2 \frac{11}{10},$$

$$y_2 = \frac{200}{221} + \frac{1}{10}(-\frac{3}{2}\left(\frac{200}{221}\right)^2 \frac{11}{10} + \frac{1}{2}) \approx 0{,}8199773.$$

$$|\psi| < 0{,}0004.$$

Пример. С каким порядком аппроксимируется дифференциальное уравнение $u' = f(t,u)$ разностностным уравнением

$$y_{n+1} - y_n = \frac{\tau}{2}(f_{n+1} + f_n).$$

В нашем случае $a_0 = 1, \quad a_1 = -1, \quad b_0 = b_1 = 0.5$.

Условия аппроксимации при $q = 1$ и $q = 2$ выполнены . При $q = 3$ равенство $3 \cdot b_1 + a_1 = 0$ не выполняется, поэтому получаем метод второго порядка.

Пример. Построить неявный одношаговый метод Адамса наивысшего порядка.

Максимальный порядок второй. Метод имеет следующий вид:

$$y_{n+1} - y_n = b_0 \cdot f_{n+1} + b_1 \cdot f_n.$$

Коэффициенты b_0, b_1 находятся из системы

$$b_1 + b_0 = 1$$
$$b_0 + b_1 + a_1 = 0$$
$$2 \cdot b_1 + a_1 = 0$$

Откуда

$$b_0 = b_1 = 0.5 \quad .$$

4. Устойчивость многошаговых методов, корневое условие, область абсолютной устойчивости, А- устойчивость (1, стр.233-235; 248-255).

Каждому многошаговому методу соответствует многочлен

$$\rho(\xi) = \sum_{J=0}^{K} a_j \cdot \xi^{k-j} \quad .$$

Говорят, что многошаговый метод удовлетворяет корневому условию, если все корни многочлена лежат в единичном круге, и на границе нет кратных.

Определение. Линейный многошаговый метод, удовлетворяющий корневому условию называется нуль-устойчивым.
Заметим, что все методы Адамса являются нуль-устойчивыми.

Пример. Построить явный двухшаговый нуль-устойчивый метод

$$\frac{a_0 y_{n+1} + a_1 y_n + a_2 y_{n-1}}{\tau} = b_1 f_n + b_2 f_{n-1},$$

максимального порядка аппроксимации.

Условия третьего порядка аппроксимации приводят к системе

$$\begin{aligned}
&a_0 + a_1 + a_2 = 0 \\
&b_1 + b_2 = 1 \\
&b_1 + b_2 + a_1 + 2a_2 = 0 \\
&2b_1 + 4b_2 + a_1 + 4a_2 = 0 \\
&3b_1 + 12b_2 + a_1 + 8a_2 = 0
\end{aligned}$$

Решение этой системы

$$a_0 = \frac{1}{6}; \quad a_1 = \frac{2}{3}; \quad a_2 = -\frac{5}{6}; \quad b_1 = \frac{2}{3}; \quad b_2 = \frac{1}{3} \ .$$

Характеристическое уравнение

$$\xi^2 + 4\xi - 5 = 0$$

имеет корни

$$\xi_1 = 1, \quad \xi_2 = -5 \ ,$$

метод не является нуль-устойчивым.

Рассмотрим систему для методов второго порядка аппроксимации

$$\begin{aligned} &a_0 + a_1 + a_2 = 0 \\ &b_1 + b_2 = 1 \\ &b_1 + b_2 + a_1 + 2a_2 = 0 \\ &2b_1 + 4b_2 + a_1 + 4a_2 = 0 \end{aligned}$$

Выбирая a_0 в качестве параметра получаем :

$$a_1 = 1 - 2a_0, \quad a_2 = a_0 - 1, \quad b_1 = 0.5 + a_0, \quad b_2 = 0.5 - a_0 \ .$$

Соответствующее характеристическое уравнение

$$a_0 \cdot \xi^2 + (1 - 2a_0) \cdot \xi + a_0 - 1 = 0 \ ,$$

корни которого $\xi_1 = 1, \quad \xi_2 = 1 - \dfrac{1}{a_0}$.

Условие устойчивости $a_0 \geq 0.5$.

Пример. Исследовать неявный одношаговый метод Адамса наивысшего порядка аппроксимации

$$y_{n+1} - y_n = \frac{\tau}{2}(f_{n+1} + f_n).$$

на А- устойчивость.

Для исследования метода на А-устойчивость рассмотрим уравнение

$$u' = \lambda u$$

Тогда $y_{n+1} - y_n = \dfrac{\tau\lambda}{2}(y_{n+1} + y_n)$, откуда, обозначив $\mu = \tau\lambda$

$$y_{n+1}\cdot(2-\mu)=y_n\cdot(2+\mu)$$

$$y_{n+1}=q\cdot y_n \quad , \qquad q=\frac{2+\mu}{2-\mu}.$$

Область абсолютной устойчивости $|q|\le 1$ дает

$$|2+\mu|\le|2-\mu| \text{ , т.е. } \operatorname{Re}\mu\le 0.$$

Метод является А-устойчивым.

Упражнения для самостоятельного решения

1.Доказать, что не существует явных двухэтапных методов третьего порядка аппроксимации.

2.Определить порядок аппроксимации метода

0	0	0
$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$
	0.25	0.75

3 . Определить порядок аппроксимации метода

0	0	0	0
0.5	0.5	0	0
1	-1	2	0
	$\frac{1}{6}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{6}$

4. Для задачи Коши $u'=-tu^2, \quad u(1)=1$ сделать один шаг по методу Рунге-Кутты с шагом h ,

0	0	0
1	1	0
	0.5	0.5

и вычислить погрешность $\varepsilon = |y(1+h) - u(1+h)|$

5. Рассмотреть задачу Коши:

$$\begin{cases} y^{(1)} + (1+x)\sqrt{y} = 0, \\ y(0) = 1. \end{cases}$$

Сделать два шага по методу Эйлера с шагом 0.1 и сравнить с точным решением.

6. Рассмотреть задачу Коши:

$$\begin{cases} y^{(1)} + (1+x)\sqrt{y} = 0, \\ y(0) = 1. \end{cases}$$

Сделать два шага по методу Рунге с шагом 0.1 , сравнить с точным решением.

7.Рассмотреть задачу Коши:

$$\begin{cases} y^{(1)} + (1+x)\sqrt{y} = 0, \\ y(0) = 1. \end{cases}$$

Сделать два шага по методу Хойна с шагом 0.1 . Сравнить с точным.

8. С каким порядком аппроксимируется дифференциальное уравнение $u' = f(t,u)$ разностным

$$y_n - y_{n-2} = \frac{\tau}{3}\left(f_n + 4f_{n-1} + f_{n-2}\right)$$

9. Построить двухшаговый метод Гира.

10. Построить неявный двухшаговый нуль-устойчивый метод максимального порядка аппроксимации.

Раздел 3. Численные методы линейной алгебры.

1. Метод Гаусса и его модификация с выбором главного элемента, (4, стр. 10-16).

Пример . Найти общее решение системы:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 2, \\ x_1 - x_2 + x_3 = 0, \\ x_1 - 3x_2 - x_3 = -2, \\ 3x_1 + 4x_2 + 3x_3 = 0. \end{cases}$$

Запишем расширенную матрицу для данной системы уравнений и будем преобразовывать строки:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 \\ 1 & -1 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & -1 & -2 \\ 3 & 4 & 3 & 0 \end{pmatrix} \to \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 \\ 0 & -3 & -2 & -2 \\ 0 & 1 & -4 & -4 \\ 0 & -2 & -6 & -6 \end{pmatrix} \to \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 \\ 0 & 1 & -4 & -4 \\ 0 & -1 & -3 & -3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \to$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 \\ 0 & 1 & -4 & -4 \\ 0 & 0 & -7 & -7 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \to \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 \\ 0 & 1 & -4 & -4 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \to \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$x_1 = -1, x_2 = 0, x_3 = 1.$$

2. LU- разложение матриц, (1, стр. 54-57).
Пример . Построить LU- разложение матрицы

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 8 \end{pmatrix}$$

Заметим, что если A=LU , то i-ый столбец матрицы A есть линейная комбинация столбцов матрицы L с коэффициентами u_{ji}, $j = 1,2,...n$, а i-ая строка матрицы A- линейная комбинация строк матрицы U с коэффициентами l_{ij}, $j = 1,2,...n$. Поэтому, учитывая вид матриц L и U, их построение ведется последовательно i-ый столбец матрицы L , затем i-ая строка матрицы U.

1 шаг. Очевидно, что первый столбец матрицы L совпадает с первым столбцом матрицы A, т.е.

$$l_{j1} = a_{j1} \quad \text{и матрица} \quad L = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 3 & l_{22} \end{pmatrix}$$

затем строим первую строку матрицы U

$$u_{1j} = \frac{a_{1j}}{a_{11}} \quad \text{и матрица} \quad U = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

2 шаг. Строим второй столбец матрицы L :

$$\begin{aligned} a_{j2} &= l_{j1} \cdot u_{12} = l_{j2} \cdot u_{22} \qquad j = 2,3,...n \\ l_{j2} &= a_{j2} - 2 \cdot l_{j1} \end{aligned} \quad ,$$

следовательно $l_{22} = 8 - 3 \cdot 2 = 2$ и

$$L = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 3 & 2 \end{pmatrix}$$

3. Устойчивость вычислительных алгоритмов линейной алгебры. Число обусловленности матрицы, (4, стр. 21-30).

Пример. Найти число обусловленности матрицы

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}.$$

Число обусловленности матрицы A равно $\nu(A) = \|A\| \cdot \|A^{-1}\|$, где

$$\|B\| = \sup_{\|x\|=1} \|Bx\|, \text{ и } \|x\| = \sqrt{(x,x)}.$$

Пусть $\vec{x} = (\cos\phi, \sin\phi)$. Тогда $A\vec{x} = (\cos\phi, \cos\phi + 2\sin\phi)$ и

$$\|Ax\|^2 = \cos^2\phi + (\cos\phi + 2\sin\phi)^2 = 3 + 2\sin 2\phi - \cos 2\phi \le 3 + \sqrt{5}.$$

Следовательно $\|A\| = \sqrt{3+\sqrt{5}}$. Далее находим матрицу A^{-1} :

$A^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -0.5 & 0.5 \end{pmatrix}$ и, аналогично предыдущему $\|A^{-1}\| = \frac{\sqrt{3+\sqrt{5}}}{2}$.

Поэтому $\nu(A) = \frac{3+\sqrt{5}}{2}$.

4. Одношаговые итерационные методы. (4, стр. 30-52).

$$B\frac{x^{k+1}-x^k}{\tau}+Ax^k=f,\quad k=0,1,\dots\quad,x^0$$ - задано.

Метод Зейделя.

$$B=D+A^-,\tau=1,A=A^++D+A^-.$$

D-диагональная матрица с той же главной диагональю, что и у матрицы A, матрица A^--нижняя треугольная и матрица A^+-верхняя треугольная с нулевыми главными диагоналями.

Метод верхней релаксации.

$$B=D+\omega\cdot A^-,\tau=\omega,\quad 0<\omega<2.$$

Метод простой итерации. $B=E$.

Пример. Дана система уравнений:

$$\begin{cases}2x_1+x_2=4,\\ x_1+x_2=3,\end{cases}$$

построить четыре итерации по методу Зейделя выбрав $x_1^0=x_2^0=0$.

Запишем систему в матричном виде:

$$\begin{pmatrix}2&1\\1&1\end{pmatrix}\cdot\begin{pmatrix}x_1\\x_2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}4\\3\end{pmatrix},$$

$$A^-=\begin{pmatrix}0&0\\1&0\end{pmatrix},\quad D=\begin{pmatrix}2&0\\0&1\end{pmatrix},\quad A^-+D=\begin{pmatrix}2&0\\1&1\end{pmatrix},\quad f=\begin{pmatrix}4\\3\end{pmatrix},$$

Откуда

$$\begin{cases} 2x_1^{k+1} + x_2^k = 4, \\ x_1^{k+1} + x_2^{k+1} = 3. \end{cases}$$

1) $\begin{cases} x_1^1 = 2, \\ x_2^1 = 1. \end{cases}$ 2) $\begin{cases} x_1^2 = 3/2, \\ x_2^2 = 3/2. \end{cases}$

3) $\begin{cases} x_1^3 = 5/4, \\ x_2^3 = 7/4. \end{cases}$ 4) $\begin{cases} x_1^4 = 9/8, \\ x_2^4 = 15/8. \end{cases}$

Точное решение:

$$\begin{cases} x_1 = 1, \\ x_2 = 2. \end{cases}$$

Пример. Для системы уравнений:

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 = 4; \\ x_1 + x_2 = 3. \end{cases}$$

записать метод простой итерации с оптимальным параметром и построить три первые итерации с $x_1^0 = x_2^0 = 0$.

Метод простой итерации имеет вид

$$x^{k+1} - x^k = \tau_0 f - \tau_0 A x^k, k = 0,1,2,...$$

Найдем:

$$\tau_0 = \frac{2}{\lambda_{\min} + \lambda_{\max}},$$

$$|A - \lambda E| = \begin{vmatrix} 2-\lambda & 1 \\ 1 & 1-\lambda \end{vmatrix} = \lambda^2 - 3\lambda + 1,$$

$$\lambda_1 + \lambda_2 = 3, \quad \tau_0 = 2/3.$$

Получаем систему

$$\begin{cases} x_1^{k+1} = \dfrac{8}{3} - \dfrac{1}{3}x_1^k - \dfrac{2}{3}x_2^k, \\ x_2^{k+1} = 2 - \dfrac{2}{3}x_1^k + \dfrac{1}{3}x_2^k. \end{cases}$$

$$1)\begin{cases} x_1^1 = 8/3, \\ x_2^1 = 2. \end{cases} \qquad 2)\begin{cases} x_1^2 = 4/9, \\ x_2^2 = 8/9 \end{cases},$$

$$3)\begin{cases} x_1^3 = 52/27, \\ x_2^3 = 2. \end{cases}$$

5. Нахождение наибольшего по модулю собственного значения матрицы.

Степенной метод отыскания максимального по модулю собственного значения матрицы и соответствующего ему собственного вектора имеет следующий вид, (2, стр. 315-320) :

$$\vec{x}^0 \neq 0, \quad \vec{x}^{k+1} = A\vec{x}^k, \quad \lambda^{(k+1)} = \frac{\left(\vec{x}^{k+1}, \vec{x}^k\right)}{\left(\vec{x}^k, \vec{x}^k\right)}, \quad k = 0,1,2,....$$

Пример. Исходя из вектора $\vec{x}^0 = (1;3)$, сделать четыре итерации для нахождения максимального собственного значения матрицы

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 2 & -1 \end{pmatrix}$$

$$\vec{x}^1 = \begin{pmatrix} 3 \\ 5 \end{pmatrix}, \quad \lambda^{(1)} = \frac{5}{9} = 1.8; \quad \vec{x}^2 = \begin{pmatrix} 5 \\ 11 \end{pmatrix}, \quad \lambda^{(2)} = \frac{35}{17} \approx 2.06$$

$$\vec{x}^3 = \begin{pmatrix} 11 \\ 21 \end{pmatrix}, \quad \lambda^{(3)} = \frac{143}{73} \approx 1.96; \quad \vec{x}^4 = \begin{pmatrix} 21 \\ 43 \end{pmatrix}, \quad \lambda^{(4)} = \frac{567}{281} \approx 2.02 \quad .$$

Точные значения $\lambda = 2$, и собственный вектор $\vec{x} = \alpha \cdot (1;2)^T$.

Контрольная работа №1

Задание 1. Построить разностную схему четвертого порядка аппроксимации для краевой задачи:

$$\begin{cases} (ku')' - qu = -f, & 0 \le x \le 1, \quad \text{k, q – const} \\ u(0) = \mu_0 \\ u(1) = \mu_1 \end{cases}$$

Исследовать ее сходимость и устойчивость.

Задание 2. Для задачи с краевыми условиями третьего рода

$$\begin{cases} u'' = -f, & 0 \le x \le 1, \quad \sigma - \text{const} \\ u' - \sigma u|_{x=0} = -\mu_1 \\ u|_{x=1} = \mu_2 \end{cases}$$

построить консервативную разностную схему 2 порядка аппроксимации

Задание 3. Для дифференциальной задачи :

$$\begin{cases} \dfrac{du}{dx} + 2u = -\dfrac{5}{2}(1 - x)^{3/2} \\ u(0) = 1 \qquad\qquad x\epsilon[0,1] \end{cases}$$

дается разностная схема

$$\begin{cases} \dfrac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2h} + 2y_i = -\dfrac{5}{2}(1 - ih)^{3/2} \\ y_0 = 1 \\ y_1 = (1 - \dfrac{9h}{2}) \end{cases}$$

Исследовать сходимость и устойчивость этой разностной схемы.

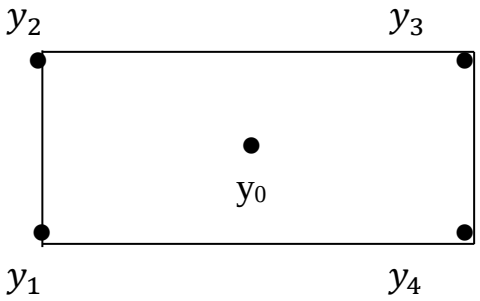
Задание 4. Построить метод 2 –го порядка точности для системы (опираясь на её исследование на жесткость):

$$\begin{cases} \dfrac{du}{dt} = -50u + 2401v + uv \\ \dfrac{dv}{dt} = u - 50v \end{cases}$$

и его реализацию методом простой итерации. Исследовать сходимость итерационного процесса (найти ограничение на итерационный параметр τ_s).

Контрольная работа №2.

Задание 1. На шаблоне:



построен следующий разностный оператор:

$$L_h y^{(h)} = \frac{1}{2h^2}(y_1 + y_2 + y_3 + y_4 - 4y_0)$$

Определить, какой дифференциальный оператор и с каким порядком аппроксимирует приведенный разностный оператор.

Задание 2. Доказать методом Фурье (методом гармоник) безусловную неустойчивость разностной схемы для уравнения теплопроводности

$$\frac{y_i^{n+1} - y_i^{n-1}}{2\tau} = \frac{y_{i-1}^n - 2y_i^n + y_{i+1}^n}{h^2}$$

Задание 3. Исследовать разностную схему Дюфорта - Франкела

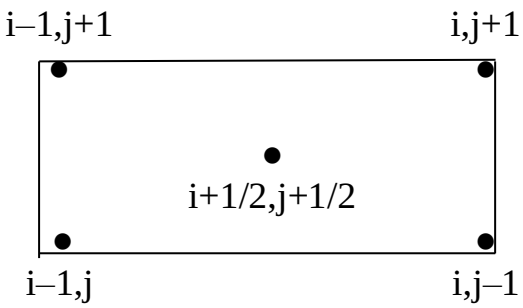
$$\frac{y_m^{n+1} - y_m^{n-1}}{2\tau} = \frac{y_{m-1}^n - y_m^{n+1} + y_m^{n-1} + y_{m+1}^n}{h^2}$$

и доказать ее безусловную устойчивость методом Фурье (методом гармоник). Показать её условную аппроксимацию $O(\tau^2 + h^2 + \tau^2/h^2)$.

Задание 4. Для уравнения переноса

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} = 0$$

построить и исследовать разностную схему на шаблоне



Указание: при исследовании аппроксимации раскладывать функцию в ряд Тейлора с центром в точке i+1/2,j+1/2.

Архитектура и программное обеспечение высокопроизводительных вычислительных систем	Перечень компетенций	Результаты обучения
Семестр - 1 Общая аудиторная нагрузка - 54 часа Из них Лекции - 36 часов Семинары - 18 часов Самостоятельная работа – 54 часа Форма промежуточной аттестации - экзамен	УК-3 - Способен разрабатывать, реализовывать и управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, предусматривать и учитывать проблемные ситуации и риски проекта; ОПК-2 - Способен совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач; ПК-1 - Способен в рамках задачи, поставленной специалистом более высокой квалификации, определять теоретическую основу и методологию исследования, разрабатывать план исследования в области прикладной математики и информатики; ПК-4 - Способен модифицировать и применять актуальные алгоритмы компьютерной математики, а также реализовывать их в современных программных комплексах; ПК-8 - Способен определять компонентный состав и архитектуру системного и прикладного программного обеспечения или программно-аппаратного комплекса в соответствии с его назначением, осуществлять оптимальный выбор современных технологий и	знать базовые принципы параллельной обработки данных, основные классы параллельных вычислительных систем, особенности их архитектуры, технологии их программирования, методы оценки производительности, иметь представление о вычислительно сложных задачах из разных областей, понимать проблему отображения программ и алгоритмов на архитектуру параллельных компьютеров, знать основы построения параллельных методов решения задач; уметь решать задачи на параллельных вычислительных системах, определять параллельную структуру программ и алгоритмов, уметь оценивать параллельную сложность алгоритмов и эффективность методов решения задач; иметь навыки работы с технологиями параллельного программирования, навыки определения, описания и исследования информационной структуры программ и алгоритмов.

	средств его разработки и сопровождения; СПК-6 - Владеет основными алгоритмическими языками параллельного программирования, знает, как использовать высокопроизводительные технологии в интегрированных интеллектуальных системах, средствах мультимедиа, научной визуализации и виртуальной реальности, системах управления базами данных	

Задания для текущего контроля

1. Разработка параллельной программы для суммирования натуральных чисел на вычислительной системе с распределенной памятью.
2. Разработка параллельной программы для моделирования одномерного распространения тепла на основе метода геометрического параллелизма.
3. Разработка параллельной программы для суммирования натуральных чисел на вычислительной системе с общей памятью.
4. Разработка параллельной программы для определения значения одномерного определенного интеграла на вычислительной системе с общей памятью.
5. Разработка параллельной программы, выполняющей символьное сложение многоразрядных чисел на вычислительной системе с распределенной памятью.
6. Разработка параллельной программы для численного моделирования на основе явной схемы одномерной теплопроводности с коэффициентами, время расчета которых зависит от температуры.
7. Разработка параллельной программы для адаптивного интегрирования на вычислительной системе с общей памятью на основе алгоритма локальных и глобального стеков.
8. Разработка быстрой последовательной программы сортировки элементов массива.
9. Разработка алгоритма и программы составления расписания для параллельной сортировки Бетчера.
10. Разработка алгоритма и программы параллельной сортировки с помощью алгоритма Бетчера массивов, размер которых кратен числу используемых процессоров.

11. Использование программы генерации псевдослучайных чисел lrnd32 для быстрой генерации распределенных массивов. Проверка идентичности массивов сформированных.

В. Примерный список вопросов для проведения текущей и промежуточной аттестации

1. Введение в параллельное программирование с OpenMP.
2. OpenMP - модель параллелизма по управлению. Основные понятия.
3. Конструкции распределения работы.
4. Конструкции для синхронизации нитей.
5. Система поддержки выполнения OpenMP-программ. Переменные окружения, управляющие выполнением OpenMP-программы.
6. Наиболее часто встречаемые ошибки в OpenMP-программах. Функциональная отладка OpenMP-программ.
7. Отладка эффективности OpenMP-программ.
8. Использование OpenMP на кластере.
9. Введение в параллельные алгоритмы.
10. Многопроцессорные системы с общей и с распределенной памятью.
11. Методы построения параллельных программ.
12. Сортировка данных с точки зрения МВС.
13. Параллельная генерация псевдослучайных чисел.
14. Параллельные алгоритмы интегрирования функций.
15. Решение систем линейных уравнений.
16. Программирование на MPI, программирование на общей памяти. Основы.
17. Ускорение и эффективность.
18. Статическая балансировка.
19. Динамическая балансировка.
20. Программирование на общей памяти.
21. Динамическая балансировка.

Современные операционные системы	Перечень компетенций	Результаты обучения
Семестр - Общая аудиторная нагрузка - часов Из них Лекции - часов Семинары - часов Практические занятия - часов Самостоятельная работа - часов Форма промежуточной аттестации - зачет или экзамен	УК-3 - Способен разрабатывать, реализовывать и управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, предусматривать и учитывать проблемные ситуации и риски проекта; ОПК-2 - Способен совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач; ОПК-4 - Способен комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности; ПК-4 - Способен модифицировать и применять актуальные алгоритмы компьютерной математики, а также реализовывать их в современных программных комплексах; ПК-8 - Способен определять компонентный состав и архитектуру системного и прикладного программного обеспечения или программно-аппаратного комплекса в соответствии с его назначением, осуществлять оптимальный выбор современных технологий и средств его разработки и сопровождения	Знать основные функции и построение операционных систем ЭВМ и вычислительных систем, их взаимодействие с аппаратурой ЭВМ и вычислительных систем; Уметь использовать литературу по специальности.

Задания для текущего контроля

Примерный список вопросов для проведения аттестации.

1. Развитие аппаратных возможностей ЭВМ и вычислительных систем (физическая память, аппаратура прерываний, привилегированный режим, защита памяти, виртуальная память задачи, параллельная работа процессора и внешних устройств, многомашинные системы, суперЭВМ).
2. Развитие функций операционных систем (ОС) (автооператор, прерывания выполнения задач, обращения к ОС, многозадачный режим, управление задачами, управление устройствами, взаимодействие задач, взаимодействия ОС).
3. Соподчинение задач в ЭВМ.
4. Система ветвлений.
5. Использование в вычислительном комплексе 7-уровневой модели взаимодействия открытых систем.
6. Организация взаимодействия процессов в централизованном комплексе.

Информационные потоки.

7. Взаимодействие процессов операционных систем в децентрализованном комплексе.
8. Организация использования общих внешних устройств в вычислительном комплексе.
9. Взаимодействие пользовательских процессов в децентрализованном комплексе.
10. Архитектура комплекса суперЭВМ.
11. Основные машины, внешние машины, массовая память.
12. Общая организация операционной системы комплекса суперЭВМ.
13. Базовые объекты операционной системы: задачи и сообщения.
14. Функциональный протокол передачи заданий.
15. Управление выполнением заданий в операционной системе основной машины.
16. Архитектура и функционирование файловой системы основной машины.
17. Кластеры в операционной системе основной машины.
18. Структура кластера, кластер как элемент структуризации программы.
19. Транспортная служба локальной сети суперЭВМ.
20. Обработка исключительных ситуаций.

Сетевые технологии	Перечень компетенций	Результаты обучения
Семестр - 3 Общая аудиторная нагрузка - 51 час Из них Лекции - 34 часа Семинары - 17 часов Самостоятельная работа – 57 часов Форма промежуточной аттестации - экзамен	УК-5 - Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия; ОПК-4 - Способен комбинировать и адаптировать современные информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности; ПК-4 - Способен модифицировать и применять актуальные алгоритмы компьютерной математики, а также реализовывать их в современных программных комплексах; ПК-6 - Способен разрабатывать и применять современные алгоритмические и программные решения в области информационно-коммуникационных технологий	Знать: • Принципы построения и функционирования сетей. • Эталонные модели OSI и TCP/IP. • Базовые протоколы интернет: IP, ICMP, UDP, TCP. • Используемые в интернет протоколы маршрутизации: RIP, OSPF, BGP. • Основные прикладные протокола интернета. • Основы обеспечения сетевой безопасности. Владеть практические навыки: • Создания безопасной ИТ-инфраструктуры, использования основных технологий туннелирования прикладного и сетевого уровней. • Создания политик межсетевых экранов. Использования различных механизмов и сервисов обеспечения безопасности в протоколах туннелирования

Задания для текущего контроля

1. Основные технологии передачи информации: однонаправленная передача (unicasting), широковещательные сети. Классификация сетей в соответствии с их размером. Сетевое программное обеспечение: иерархия протоколов, понятия сервиса и интерфейса. Основные типы сервисов: сервисы на основе соединений, сервисы без установления соединений.

2. Эталонная модель OSI. Эталонная модель TCP/IP. Архитектура интернета. Стандартизация сетей. Стандарты de facto и de jure. Организации, занимающиеся стандартизацией в области сетевых технологий.

3. Физический уровень. Основная терминология: дуплексные, полудуплексные и симплексные линии; цифровая модуляция, мультиплексирование.

4. Канальный уровень. Понятие кадра (фрейма). Подуровень управления доступом к среде, широковещательные каналы, основные протоколы коллективного доступа. Коммутируемые сети Ethernet: коммутатор, концентратор. Виртуальные локальные сети (VLAN – VirtualLAN). Стандарт IEEE 802.1Q.

5. Сетевой (межсетевой) уровень. Сети виртуального канала и дейтаграммные сети. Маршрутизация в дейтаграммной сети. Маршрутизация в сети виртуального канала.

6. Алгоритмы маршрутизации. Статическая маршрутизация, алгоритмы динамической маршрутизации. Принцип оптимальности маршрута. Алгоритм Дейкстры нахождения кратчайшего пути. Заливка (flooding). Маршрутизация по вектору расстояний (distancevectorrouting). Маршрутизация с учетом состояния линий (linkstaterouting). Иерархическая маршрутизация.

7. Алгоритмы борьбы с перегрузкой. Качество обслуживания. Формирование трафика (trafficshaping).

8. Способы объединения сетей. Туннелирование (tunneling). Фрагментация пакетов. Протокол межсетевого обмена – IP (InternetProtocol) версии 4. Структура IP-адреса. Специальные IP-адреса. NAT — трансляция сетевого адреса. Протокол IP версии 6.

9. Управляющие протоколы Интернета: ICMP, ARP, DHCP. Протокол внутреннего шлюза OSPF. Протокол внешнего шлюза BGP.

10. Транспортный уровень. Базовые операции транспортного сервиса. Диаграмма состояний для простой схемы управления соединениями. Сокеты Беркли. Клиент-серверная модель сетевого взаимодействия. Установка и разрыв соединения. Транспортные протоколы Интернета: UDP и TCP.

11. Прикладной уровень. Протокол DNS.

12. Основные понятия, относящиеся к сетевой безопасности. Основные сервисы и механизмы безопасности.

13. Алгоритмы симметричного шифрования.

14. Алгоритмы асимметричного шифрования. Инфраструктуры открытого ключа.

Интеллектуальный анализ данных	Перечень компетенций	Результаты обучения
Семестр - 1 Общая аудиторная нагрузка - 36 часов Из них Лекции - 18 часов Семинары - 18 часов Самостоятельная работа – 72 часа Форма промежуточной аттестации - экзамен	УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности, ОПК-1 - Способен формулировать и решать актуальные задачи в области фундаментальной и прикладной математики, ОПК-3 - Способен создавать и анализировать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты, ПК-4 - Способен модифицировать и применять актуальные алгоритмы компьютерной математики, а также реализовывать их в современных программных комплексах, СПК-2 - Способен формализовать реальные проблемы, разрабатывать математические модели, выбирать подходящие инструменты и внедрять эффективные решения проблем в области искусственного интеллекта, СПК-5 - Способен определять и применять подходящую технику машинного обучения для классификации,	знать основные понятия, определения, теоремы интеллектуального анализа данных; уметь применять на практике модели интеллектуального анализа для наборов данных различного типа; уметь проводить анализ имеющихся данных и моделей машинного обучения; разрабатывать алгоритмы для реализации моделей интеллектуального анализа данных; владеть базовыми принципами анализа данных и построения моделей машинного обучения; навыками применения современного инструментария для решения основных задач машинного обучения.

	распознавания образов, регрессии, внедрять алгоритмы машинного обучения на распространенном языке программирования и тестировать их на реальных задачах, СПК-8 - Владеет знаниями о фундаментальных принципах и различных областях применения компьютерного зрения и о решении проблем, таких как извлечение признаков, сегментация изображений, распознавание и отслеживание объектов, анализ сцены и событий	

Задания для текущего контроля

Вопросы к экзамену:

1. Алгоритм персептрона. Adaline.
2. Ошибка внутри и за пределами выборки. Неравенство Хёфдинга.
3. Возможность обучения. Влияние сложности множества гипотез и целевой функции.
4. Функции роста. Точки разрыва.
5. Ограничения на функцию роста. Лемма Сауера.
6. Размерность Вапника-Червоненкиса.
7. Оценка обобщения Вапника-Червоненкиса.
8. Смещение и дисперсия.
9. Линейная классификация.
10. Линейная регрессия.
11. Логистическая регрессия.
12. Нелинейные преобразования.
13. Проблема переобучения. Регуляризация.
14. Валидация. Ее использование для выбора модели. Кросс-валидация.
15. Метод ближайших соседей.

16. Теорема об оптимальности метода ближайших соседей относительно ошибки вне выборки.

17. Эффективный поиск ближайших соседей.

18. Сети радиальных базисных функций.

19. Алгоритм Ллойда.

20. Оценка плотности РБФ. Модели на основе смеси гауссовых распределений.

21. Метод опорных векторов. Линейно разделимый случай.

22. Метод опорных векторов. Линейно неразделимый случай.

23. Метод выделения главных компонент. Сингулярное разложение.

24. Теорема Эккарта-Янга. Нелинейное уменьшение размерности.

Введение в технологии глубокого обучения	**Перечень компетенций**	**Результаты обучения**
Семестр - 2 Общая аудиторная нагрузка - 48 часов Из них Лекции - 32 часов Семинары - 16 часов Самостоятельная работа – 60 часов Форма промежуточной аттестации - экзамен	УК-5 - Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия, ОПК-2 - Способен совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач, ОПК-3 - Способен создавать и анализировать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты, ПК-4 - Способен модифицировать и применять актуальные алгоритмы компьютерной математики, а также реализовывать их в современных программных комплексах, СПК-4 - Владеет знаниями о возможностях, которые машинное обучение предлагает в науке о данных и искусственном интеллекте, СПК-6 - Владеет основными алгоритмическими языками параллельного программирования, знает, как использовать высокопроизводительные технологии в интегрированных интеллектуальных системах, средствах	Знать основные понятия теории нейронных сетей; уметь применять на практике методы обучения глубоких нейронных сетей при решении различных задач компьютерного зрения; Уметь пользоваться современными фреймворками для обучения нейронных сетей; Владеть навыками обучения новых и адаптации имеющихся сетей для решения стандартных задач компьютерного зрения.

	мультимедиа, научной визуализации и виртуальной реальности, системах управления базами данных	

Задания для текущего контроля

Вопросы к экзамену:

1. Фреймворки TensorFlow и PyTorch, основные сходства и различия.
2. Основные компоненты нейронной сети, их назначения.
3. Метод обратного распространения ошибки, его модификации.
4. Градиент и его свойства для минимизации функции потерь.
5. Градиентный спуск и его применение в нейронных сетях.
6. Полносвязные нейронные сети. Общая схема обучения.
7. Операция свертки. Сверточные нейронные сети.
8. Архитектуры сверточных нейронных сетей.
9. Задачи компьютерного зрения, сегментация и детекция.
10. Задачи компьютерного зрения, классификация (бинарная или многоклассовая).
11. Оптимизация нейронных сетей, нормализация, регуляризация.
12. Функция потерь, ее разновидности.
13. Fine-tunning предобученных нейронных сетей.
14. Дистилляция, квантизация и прореживание нейронных сетей.
15. Задача автоматического распознавания рукописного текста. Способы ее решения.
16. Maxpooling, для чего применяется.
17. Применение выравнивания(padding) в сверточных слоях.

Нейронные сети в обработке изображений	Перечень компетенций	Результаты обучения
Семестр - 2 Общая аудиторная нагрузка - 32 часов Из них Лекции - 16 часов Семинары - 16 часов Самостоятельная работа – 40 часов Форма промежуточной аттестации - зачет	УК-5 - Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия, ОПК-1 - Способен формулировать и решать актуальные задачи в области фундаментальной и прикладной математики, ОПК-2 - Способен совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач, ПК-4 - Способен модифицировать и применять актуальные алгоритмы компьютерной математики, а также реализовывать их в современных программных комплексах, ПК-7 - Способен структурировать общую схему решения прикладной задачи в соответствии с ее спецификой, а также определить совокупность и особенности применения математических методов для каждого из этапов полученной схемы, СПК-3 - Владеет методами информатики и математического моделирования для разработки требуемых систем и управления соответствующими проектами, внедрения методов искусственного интеллекта, с использованием	знать основные понятия, определения, и термины, используемые в нейросетевых методах обработки изображений; уметь применять на практике изученные методы для создания и обучения нейросетевых моделей анализа изображений; владеть навыками решения стандартных задач классификации, сегментации и детекции изображений с использованием нейросетевых методов.

	существующих библиотек и приложений, СПК-8 - Владеет знаниями о фундаментальных принципах и различных областях применения компьютерного зрения и о решении проблем, таких как извлечение признаков, сегментация изображений, распознавание и отслеживание объектов, анализ сцены и событий	

Задания для текущего контроля

Вопросы к экзамену:

1. Типы задач машинного обучения. Линейная и логистическая регрессии.
2. Ёмкость модели, переобучение, недообучение. Метод K ближайших соседей.
3. Кластеризация, алгоритм K-means. Поиск числа кластеров. DBSCAN.
4. Деревья принятия решений.
5. Линейный классификатор SVM. Линейный классификатор Softmax.
6. Разбиение на выборки. Матрица ошибок. Метрики качества. ROC.
7. Балансировка данных, сэмплирование. Алгоритм SMOTE. Метод главных компонент.
8. Практические подходы классификации реальных изображений. Текстурный анализ.
9. Практические подходы классификации реальных изображений. Bag of words, bag of visual words.
10. Ансамбли классификаторов. Bootstrapping. Adaboost, gradient boosting. Stacking.
11. Оптимизация: метод градиентного спуска. Обратное распространение ошибки. Пример обратного распространения ошибки для сигмоиды.
12. Модель нейрона, нейронные сети. Функции активации. Регуляризация. Переобучение.
13. Нормализация данных. Инициализация весов. Проблема ковариантного сдвига.
14. Пакетная нормализация, функции потерь.
15. Обучение нейронной сети, метод моментов. Скорость обучения модели.
16. Оптимизаторы AdaGrad, RMSProp, Adam.
17. Контроль процесса обучения. Поиск гиперпараметров.
18. Свёрточные нейронные сети. Типы слоёв. Построение свёрточных нейронных сетей для классификации. Свёртка 1x1. Транспонированная свёртка.

19. Свёртка 1x1. Транспонированная свёртка. Архитектуры AlexNet, VGG, GoogLeNet.
20. Перенос обучения и дообучение. Примеры применения.
21. Свёрточные нейронные сети для сегментации изображений. FCN, SegNet, U-Net.
22. Свёрточные нейронные сети для сегментации изображений. PSPNet, Tiramisu-Net.
23. Отделение фона от объектов. Классические подходы.
24. Свёрточные нейронные сети для отделения фона от объектов. Deep Image Matting.
25. Свёрточные нейронные сети для нахождения объектов на изображениях. R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN, Mask R-CNN.
26. Свёрточные нейронные сети для нахождения объектов на изображениях. YOLO, SSD.
27. Свёрточные нейронные сети для трекинга объектов. SiamMask, TrackR-CNN, Tracktor++.
28. Автокодировщики. Скрытое представление. Использование автокодировщиков для обучения с частичным привлечением учителя.
29. Вариационные автокодировщики. Использование регуляризации. Примеры применения.
30. Генеративно-состязательные сети. Обучение. Функция потерь. Примеры применения.
31. Сегментация частично размеченных изображений. Примеры применения.

Методы обработки естественного языка	Перечень компетенций	Результаты обучения
Семестр - 3 Общая аудиторная нагрузка - 51 часов Из них Лекции - 17 часов Семинары – 34 часа Самостоятельная работа – 57 часов Форма промежуточной аттестации - экзамен	УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности, ОПК-1 - Способен формулировать и решать актуальные задачи в области фундаментальной и прикладной математики, ОПК-2 - Способен совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач, ПК-6 - Способен разрабатывать и применять современные алгоритмические и программные решения в области информационно-коммуникационных технологий, СПК-3 - Владеет методами информатики и математического моделирования для разработки требуемых систем и управления соответствующими проектами, внедрения методов искусственного интеллекта, с использованием существующих библиотек и приложений, СПК-5 - Способен определять и применять подходящую технику машинного обучения для классификации,	знать принципы построения систем обработки естественного языка, методы и подходы к планированию и реализации проектов по созданию систем искусственного интеллекта на основе сквозной цифровой субтехнологии «Обработка естественного языка»; уметь применять на практике методы построения систем обработки естественного языка; уметь оперировать на практике абстрактными функционально-аналитическими объектами; владеть навыками решения стандартных теоретических и практических задач построения систем обработки естественного языка.

	распознавания образов, регрессии, внедрять алгоритмы машинного обучения на распространенном языке программирования и тестировать их на реальных задачах	

Задания для текущего контроля

Вопросы к экзамену:

1. Естественные языки, особенности обработки естественного языка.
2. Основные задачи обработки текстов на естественном языке: лингвистический анализ, извлечение признаков из текстов, прикладные задачи обработки текстов, генерация текста.
3. Метод s построения векторной модели теста: мешок слов, n-граммы.
4. Метод T-IDF.
5. Модель Word2Vec.
6. Метод Skip-Gram.
7. Метод Continuous Bag of Words.
8. Метод GloVe.
9. Модель FastText
10. Дистрибутивно-семантические модели.
11. Программные продукты и библиотеки, используемые для построения векторной модели текста.
12. Примеры применения сверточных нейронных сетей для решения задач обработки текстов.
13. Моделирование языка.
14. Применение рекуррентных нейронных сетей для решения задачи генерации текстов.
15. Методы решения задачи выделения фрагментов текста и их соотнесения с заданными классам.
16. Методы преобразования последовательностей.

Стохастическое моделирование	Перечень компетенций	Результаты обучения
Семестр - 4 Общая аудиторная нагрузка - 24 часов Из них Лекции - 8 часов Семинары – 16 часов Самостоятельная работа – 84 часа Форма промежуточной аттестации - зачет	УК-4 - Способен организовывать и осуществлять руководство работой команды (группы), вырабатывая и реализуя командную стратегию для достижения поставленной цели, ОПК-1 - Способен формулировать и решать актуальные задачи в области фундаментальной и прикладной математики, ОПК-3 - Способен создавать и анализировать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты, ПК-7 - Способен структурировать общую схему решения прикладной задачи в соответствии с ее спецификой, а также определить совокупность и особенности применения математических методов для каждого из этапов полученной схемы, СПК-4 - Владеет знаниями о возможностях, которые машинное обучение предлагает в науке о данных и искусственном интеллекте	знать основные понятия, определения, теоремы теории дифференциальных уравнений в частных производных; уметь применять на практике методы и утверждения теории дифференциальных уравнений в частных производных при решении различных задач математической физики, математического моделирования и других областей; уметь оперировать на практике абстрактными функционально-аналитическими объектами; владеть навыками решения стандартных теоретических и практических задач теории дифференциальных уравнений в частных производных.

Задания для текущего контроля

Вопросы к зачету:

1. Из истории кинетической теории.
2. Основная схема микро-макро перехода на простейших примерах.
3. Решить задачу о столкновении двух твёрдых шаров.
4. Модель Больцмана-Пригожина движения автотранспорта.
5. Вывод уравнения Больцмана для газа из твердых сфер.

6. H-теорема.
7. Свойства интеграла столкновений.
8. Модели интеграла столкновений.
9. Переход к системе Навье-Стокса. Связь с уравнениями газовой динамики для макроскопических величин.
10. Квазигидродинамика, кинетически-согласованный подход.
11. Уравнение Колмогорова-Фоккера-Планка.
12. Кинетически-согласованные разностные схемы.
13. Цепочка уравнений ББГКИ. Система уравнений Гамильтона. Уравнение Лиувилля. 14. Переход к уравнению для одночастичной функции. Уравнение Власова.
15. Кинетически/континуальные гибридные численные методы, детерминированный метод частиц. Декомпозиция области.
16. Прямое вычисление интеграла столкновений.
17. Использование моделей интеграла столкновений.
18. Консервативные разностные схемы.
19. Метод частиц для системы уравнений газовой динамики.
20. Задача о структуре фронта ударной волны.
21. Построить детерминированный метод частиц для уравнения переноса. Показать различие между методами типа «частица - сетка» и «частица - частица».
22. Броуновское движение и диффузионные процессы.
23. Стохастические дифференциальные уравнения. Винеровский процесс. Стохастический интеграл. Формула Ито. Сильные и слабые решения.
24. Уравнение Больцмана для меры и соответствующий разрывный процесс.
25. Стохастический интеграл по мере Пуассона. Обобщенное уравнение Больцмана и его связь с соответствующим случайным процессом.
26. Метод прямого статистического моделирования и численное решение системы стохастических дифференциальных уравнений по мере Пуассона.
27. Метод частиц (стохастический и детерминированный). Метод Монте-Карло.
28. Разностные схемы решения стохастических дифференциальных уравнений по винеровской мере. Схема Эйлера – Мураямы. Схема Мильштейна. Схемы повышенного порядка точности.
29. Построить стохастический метод частиц для уравнения конвекции – диффузии.

Практикум по специализации	Перечень компетенций	Результаты обучения
Семестр - 1, 2, 3 Общая аудиторная нагрузка - 102 часа Из них Семинары – 102 часа Самостоятельная работа – 114 часов Форма промежуточной аттестации – зачет (1, 2 семестр) и экзамен (3 семестр)	УК-3 - Способен разрабатывать, реализовывать и управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, предусматривать и учитывать проблемные ситуации и риски проекта, ОПК-2 - Способен совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач, ОПК-3 - Способен создавать и анализировать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты, ПК-3 - Способен готовить отдельные документы, связанные с проводимой научно-исследовательской работой, ПК-5 - Способен разрабатывать системное и прикладное программное обеспечение, ПК-12 - Способен планировать необходимые ресурсы и этапы выполнения работ в области разработки программного обеспечения и информационно-коммуникационных технологий, составлять соответствующие технические описания и инструкции, СПК-3 - Владеет методами информатики и математического моделирования для разработки требуемых	знать основные понятия, определения, теоремы теории разностных методов для дифференциальных уравнений в частных производных уметь применять на практике численные методы при решении различных задач математической физики, математического моделирования и других областей уметь применять на практике и проводить сравнительный анализ рассмотренных численных алгоритмов; владеть навыками решения стандартных теоретических и практических задач теории дифференциальных уравнений в частных производных;

	систем и управления соответствующими проектами, внедрения методов искусственного интеллекта, с использованием существующих библиотек и приложений	

Задания для текущего контроля

Отчеты о результатах вычислительного опыта:

1) оценка порядка аппроксимация схемы;
2) оценка погрешности решения схемы;
3) условия устойчивости;
4) реализация численных методов;
5) сравнительный анализ полученных данных и теоретических оценок.

Задачи:

1) Построить явную разностную схему для линейного уравнения теплопроводности с порядком аппроксимации.
2) Построить явную разностную схему для линейного уравнения теплопроводности с порядком аппроксимации.
3) Построить неявную разностную схему для линейного уравнения теплопроводности с порядком аппроксимации.
4) Построить явную разностную схему для линейного уравнения теплопроводности с порядком аппроксимации выше второго.
5) Построить явную разностную схему для линейного уравнения Пуассона с порядком аппроксимации.
6) Построить неявную разностную схему для линейного уравнения Пуассона с порядком аппроксимации.
7) Построить явную разностную схему для линейного уравнения теплопроводности с порядком аппроксимации выше второго.

Научно-исследовательский семинар	Перечень компетенций	Результаты обучения
Семестр - 1, 2, 3, 4 Общая аудиторная нагрузка - 118 часов Из них Семинары – 118 часов Самостоятельная работа – 170 часов Форма промежуточной аттестации – зачет (1, 2, 3 семестры) и экзамен (4 семестр)	УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности, УК-7 - Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, формировать приоритеты личностного и профессионального развития, ОПК-2 - Способен совершенствовать и реализовывать новые математические и компьютерные методы решения прикладных задач, ОПК-5 - Способен представлять результаты профессиональной деятельности в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе, ПК-2 - Способен в рамках задачи, поставленной специалистом более высокой квалификации, проводить научные исследования и (или) осуществлять разработки в области прикладной математики и информатики с получением научного и (или) научно-практического результата	знать современное состояние, проблемы и направления развития научных исследований в области прикладной математики и информатики на основе конструктивного освоения их истории и методологии, базовые теоретические основы организации научно-исследовательской деятельности, критерии формирования новых процессов в науке и образовании, принципы применения и развития современных информационных технологий в профессиональной деятельности; уметь применять на практике методы и утверждения прикладной математики и информатики при решении различных задач обработки информации, математического моделирования и других областей; уметь анализировать тенденции современной прикладной математики и информатики, выявлять перспективные направления исследований, использовать теоретические и экспериментальные методы исследования в профессиональной деятельности, адаптировать и внедрять современные достижения прикладной математики и информатики в НИР, осуществлять верификацию полученных результатов, их коррекцию

		и адаптацию в соответствии с поставленными задачами; владеть современной методологией проведения самостоятельной и коллективной НИР, навыками развития своего научного потенциала и пополнения профессиональных знаний, навыками практического использования методов прикладной математики и информатики, навыками самостоятельной постановки и проведения вычислительных и аналитических работ при решении научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной вычислительной техники, основами организации и планирования научно-исследовательских и производственных работ с использованием нормативных документов.

Задания для текущего контроля

Примеры заданий для самостоятельной работы

1. Пусть имеется программа, которая за полиномиальное время отвечает на вопрос, содержит ли входной граф гамильтонов цикл. Как с её помощью найти за полиномиальное время сам цикл (если он есть)?

2. В задаче о множестве представителей (hitting set) на вход даются семейство множеств (S_1, S_2,… , S_n) и число b. Требуется найти множество H размера не более b, пересекающее каждое S_i (то есть $S_i \cap H \neq \varnothing$ при всех i), или сообщить, что такого нет.

3. Рассмотрим следующий алгоритм локального поиска, который получает на вход неориентированный граф G.

T какое-нибудь покрывающее дерево графа G
пока есть замена рёбер (e, e’), уменьшающая cost(T):
T ← T + e – e’
вернуть T.

Докажите, что данный алгоритм всегда возвращает минимальное покрывающее дерево. Какое максимальное число итераций ему может для этого понадобиться?

4. Найдите два слова, такие что:

- метод сжатия повторениями подслова дает существенно более короткое представление слова x, чем метод сжатия разложением на множители;

- метод сжатия разложением на множители дает существенно более короткое представление слова y, чем метод сжатия повторениями.

5. Докажите с помощью леммы о разрастании, что следующие языки не являются регулярными:

- $\{ ww \mid w \in \{0,1\}^* \}$;

- $\{ w \in \{0,1\}^* \mid |w|_0 = |w|_1 \}$.

6. Напишите программу, которая для двух заданных целых переменных I и J вычисляет произведение I * J . Программа может использовать только операции сложения, вычитания и целочисленного сравнения в структуре if …then … else.

7. Докажите, что для любого заданного натурального n задача вычисления первого слова x_n, такого что $K(x_n) \geq n$, алгоритмически неразрешима.

Вопросы к зачету

1. Изолированные и открытые модели.
2. Динамические и статические модели.
3. Детерминированные и вероятностные модели.
4. Непрерывные, дискретные, непрерывно-дискретные модели.
5. Гибридные системы.
6. Компонентные модели.
7. Дискретные модели.
8. Марковские модели.
9. Композиция параллельных компонентов.
10. Последовательная композиция компонентов.
11. Использование UML при проектировании. Диаграммы классов. Атрибуты. Поведение. Операции и методы. Абстрактные и конкретные классы. Интерфейсы.
12. Использование UML при проектировании. Классы и отношения. Ассоциация. Обобщение. Агрегация. Наследование. Полиморфизм.
13. Использование UML при проектировании. Поведение. Диаграммы состояний. Структурированные классификаторы. Компоненты. События и сигналы.
14. Моделирование непрерывных систем.
15. Моделирование гибридных систем.
16. Построения плана эксперимента.
17. Параметрическая оптимизация.
18. Проведение статистических испытаний.

19. Формальные языки.
20. Алгоритмические проблемы. Сложность по Колмогорову..
21. Различные варианты представления конечных автоматов. Моделирование конечных автоматов.
22. Доказательства неразрешимости. Недетерменизм.
23. Формальная модель машины Тьюринга. Многоленточные машины Тьюринга и тезис Чёрча.
24. Недерменированные машины Тьюринга. Кодирование машин Тьюринга.
25. Метод диагонализации. Метод сводимости. Теорема Райса.
26. Проблема соответствий Поста. Метод сложности по Колмогорову.
27. Меры сложности. Классы сложности. Класс P.
28. Недерменированные меры сложности. Класс NP и проверка доказательств. NP- полнота.
29. Алгоритмизация труднорешаемых задач. Псевдополиномиальные алгоритмы.
30. Аппроксимационные алгоритмы. Алгоритмы локального поиска. Алгоритмы имитационной нормализации.
31. Рандомизация. Рандомизированный протокол связи.
32. Избыток свидетельств и проверка простоты числа. Эквивалентность двух полиномов.
33. Классические криптографические системы. Системы с открытым кодом и RSA – кодирование.
34. Цифровая подпись. Доказательства с нулевым разглашением. Проектирование объединенных сетей.

Дисциплины по выбору студента (в том числе не менее 4 з. ед. на иностранном языке)	Перечень компетенций	Результаты обучения
Семестр - 1, 2, 3, 4 Общая аудиторная нагрузка - 170 часов Из них Лекции - 52 часа Семинары - 118 часов Самостоятельная работа – 334 часа Форма промежуточной аттестации – зачет (1, 3 семестры) и экзамен (1, 2, 4 семестры)	УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности, УК-5 - Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия; ОПК-1 - Способен формулировать и решать актуальные задачи в области фундаментальной и прикладной математики, ОПК-3 - Способен создавать и анализировать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты, ПК-4 - Способен модифицировать и применять актуальные алгоритмы компьютерной математики, а также реализовывать их в современных программных комплексах	Умеют осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности; Умеют применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке (иностранных языках), для академического и профессионального взаимодействия; Умеют формулировать и решать актуальные задачи в области фундаментальной и прикладной математики, создавать и анализировать математические модели профессиональных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные математические результаты. Могут модифицировать и применять актуальные алгоритмы компьютерной математики, а также реализовывать их в современных программных комплексах